

5/6  
A628

# EXACTA m e n t e

La revista de divulgación científica AÑO 10 · N° 27 · \$ 4 · OCTUBRE DE 2003

## Universo

Si no estamos solos, estamos lejos

## Entrevista

Daniel Filmus

## Panorama

¿Por qué se inundó Santa Fe?

## Informática

El software también puede ser libre

## Salud

Riesgos del aluminio

## Educación

Los profesores vs. Darwin

ISSN 1514-920X



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales · UBA



Querés tener **EXACTA**mente.  
Pero Ciudad Universitaria te queda lejos.  
¿Entonces?

# **EXACTA**mente **se acerca a vos**

**Ahora podés encontrarla en los kioscos  
de revistas de la Ciudad de Buenos Aires,  
zona de influencia y  
en los locales de EUDEBA.**

Para más información, escribí a  
[revista@de.fcen.uba.ar](mailto:revista@de.fcen.uba.ar)



## Editorial



Foto de tapa

Macrofotografía de una pluma de ave.

### CHANCE AL OPTIMISMO

Ganándole de mano por unas horas al mensaje de Carlos Menem en el que anunció su bajada de la segunda vuelta electoral, Néstor Kirchner comenzó a mostrar, desde su discurso, una forma de hacer política muy distinta de la habitual en los dirigentes argentinos.

Pero lo que podría haber sido solamente una diferencia literaria se transformó, a partir del anuncio del gabinete que lo acompañaría, en una sucesión veloz de iniciativas de carácter político, como el descabezamiento de la cúpula militar, la propuesta de Eugenio Zaffaroni para integrar la Corte Suprema de Justicia, la instalación de los derechos humanos en la agenda presidencial y la firmeza frente a la presión de las empresas privatizadas.

Naturalmente, no tenemos la bola de cristal para saber si el Presidente tendrá éxito en su gestión, sobre todo teniendo en cuenta que no todos en el Partido Justicialista apoyan las medidas que tomó hasta ahora. Y lo mismo pasa con los partidos de la oposición, que se reparten entre quienes se alarman ante la posibilidad de que el gobierno deje de funcionar como testafierro de las grandes empresas y quienes opinan que todo lo que no sea la revolución social inmediata es gatopardismo.

Lo cierto es que se respira un aire nuevo en la Argentina. La sensación de des-

moralización y de hundimiento que se observaba en la mayor parte de la población fue reemplazada por la de optimismo, cauto para algunos, amplio para otros. Es más real la idea de que se puede salir del pantano, remontar la crisis, plantear un proyecto de Nación progresista y realista, distinto al neoliberal al cual muchos ya se habían resignado. Y el símbolo de que las cosas pueden cambiar es la anulación por parte del Congreso de las leyes de Punto Final y Obediencia Debida.

Tras tantos años de lucha y amargura, los organismos de derechos humanos están acercándose a su sueño de que los responsables de los crímenes contra la humanidad puedan ser juzgados en el país.

Quienes forzaron esas leyes bajo la presión de las armas, y también quienes cedieron al chantaje golpista, creyeron que un telón bajaba y cerraba para siempre la posibilidad de castigo a los culpables. Pero no fue así: el pasado se negó a retirarse y vuelve estruendosamente. Y la Argentina tiene, por fin, la oportunidad de encararlo con firmeza, terminar —esta vez sí— con la impunidad de los responsables del terrorismo de Estado y comenzar a construir la nación a partir de la justicia y la verdad.

*Dr. Pablo Jacovkis*

Decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



## Consejo Editorial

### Presidente

Pablo Jacovkis

### Vocales

Manuel Sadosky  
Gregorio Klimovsky  
Eduardo F. Recondo  
Alberto Kornblihtt  
Juan M. Castagnino  
Celia Dibar  
Ernesto Calvo

### Staff

#### Directores

Ricardo Cabrera  
Guillermo Durán

#### Editor

Armando Doria

#### Jefe de redacción

Susana Gallardo

#### Redactores

Cecilia Draghi  
Verónica Engler

#### Diseño Gráfico

Santiago Erasquin

#### Fotografía

Juan Pablo Vittori  
Paula Bassi

#### Colaboradores permanentes

Pablo Coll  
Guillermo Mattei  
Daniel Paz  
Gustavo Piñeiro  
Simón Tagtachian

#### Impresión

Centro de Copiado "La Cópia" S.R.L.

EXACTAMENTE es propiedad de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. ISSN 1514-920X  
Registro de propiedad intelectual: 28199

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar Estudiantil, Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428 EHA Capital Federal  
Tel.: 4576-3300 al 09, int. 464, 4576-3337, fax: 4576-3351  
E-mail: [revista@de.fcen.uba.ar](mailto:revista@de.fcen.uba.ar)  
Página web de FCEyN: <http://www.fcen.uba.ar>

Los artículos firmados son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Se permite su reproducción total o parcial siempre que se cite la fuente.

## Sumario

### ACTUALIDAD

6

**Lino Barañao en la Agencia**  
por Verónica Engler

*El destacado químico asumió en junio la presidencia del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Su idea es que este organismo pueda instaurar una economía del conocimiento que cambie el perfil productivo de la Argentina.*

### MEDIOS

9

**Ciencia en la tele**

*"Científicos (Industria Argentina)", conducido por Adrián Paenza, está en Canal 7 desde mayo y con todas las ganas de instalarse.*

### PANORAMA

10

**Inundaciones en Santa Fe**  
por Susana Gallardo



*Los estudios climáticos anticiparon las fuertes lluvias. Pero razones políticas y sociales llevaron a la catástrofe.*

### INFORMATICA

14

**Software libre**

por V. E.

*El software libre surgió hace veinte años como alternativa al sistema regido bajo copyright.*



### ECOLOGÍA

18

**Deforestación en el Amazonas**

por Ricardo Cabrera

*La verdadera función de las selvas tropicales y el gran riesgo que implica perderlas.*

### BIOTECNOLOGÍA

22

**Alfalfa resistente a la sal**

*Un proyecto de estudiantes de Exactas permitirá ampliar las áreas de pasturas.*

### ENTREVISTA

**Daniel Filmus**

por Armando Doria



*Fue Secretario de Educación de la Ciudad de Buenos Aires durante el mandato de Aníbal Ibarra. Después de una reconocida gestión, estaba listo para integrar la fórmula de reelección del Jefe de Gobierno como vice, pero apareció Néstor Kirchner y le ofreció el Ministerio de Educación.*

### VARIEDADES

29

**Humor + Maestro Ciruela**

### SALUD

30

**Aluminio y alimentación**

por Cecilia Draghi

*En mil y un objetos es posible hallar al aluminio gracias a sus múltiples virtudes. Sin embargo, no es inocuo y lo más preocupante es que no existen pautas de control.*

### UNIVERSO

34

**Contacto extraterrestre**

por Guillermo Mattei

*Algunos insisten en que los ET son recurrentes visitantes de la Tierra. Pero...*

### INTERZONA

38

**Arte, química y restauración**

por S. G.

*La pintura colonial de Sudamérica, estudiada por químicos e historiadores del arte.*

### EDUCACIÓN

42

**Enseñar la evolución**

por C. D.

*Según un estudio, en los profesores de ciencias naturales*

*prevalecen ideas del sentido común y falta argumentación científica.*



### BIBLIOTECA

46

### MICROSCOPIO

48

**Grageas de ciencia**

### JUEGOS

50

por Pablo Coll y Gustavo Piñeiro



**FACULTAD de  
CIENCIAS EXACTAS  
y NATURALES**

TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS ■  
OCEANOGRAFÍA ■  
GEOLOGÍA ■  
CS. DE LA ATMÓSFERA ■  
PALEONTOLOGÍA ■

■ BIOLOGÍA  
■ COMPUTACIÓN  
■ QUÍMICA  
■ FÍSICA  
■ MATEMÁTICA

Ciudad Universitaria  
Pab. II, C1428EHA,  
Capital Federal

Departamento de Alumnos: 4576-3339

Dirección de Orientación Vocacional: 4576-3337

<http://www.fcen.uba.ar>



Baraño, a cargo de la Agencia

# Tiempo de promoción

por Verónica Engler  
vengler@bl.fcen.uba.ar

Foto: Juan Pablo Vittori

***El destacado químico Lino Baraño asumió en junio la presidencia del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. La idea motora de su gestión será hacer que este organismo se convierta en una herramienta que posibilite instaurar una economía del conocimiento que cambie el perfil productivo de la Argentina.***

A pesar de lo difícil que puede resultar el manejo del presupuesto destinada generar proyectos en ciencia y tecnología en un país como la Argentina, con una crisis social aguda, Lino Baraño aceptó el desafío que le propuso el ministro de educación, Daniel Filmus. En junio dejó su oficina en la Secretaría de Investigación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA para hacerse cargo de la presidencia del Directorio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Desde allí, deberá gestionar el dinero público con el fin de financiar los proyectos de ciencia y tecnología que sirvan para alcanzar las prioridades que se establezcan a nivel nacional. Pero no se trata sólo de administrar recursos monetarios, sino de hacer factibles las políticas de estado que permitan un cambio en el perfil productivo nacional, algo indispensable para salir del atraso económico.

La Agencia —que funciona en la jurisdicción de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCTIP)— se creó a fines de 1996 mediante un decreto presidencial con el objetivo de promover y de financiar planes nacionales de ciencia y técnica. La particularidad de la Agencia es que está fuera del ámbito de

las instituciones que se encargan de llevar a cabo actividades científicas o tecnológicas. De este modo, se intenta evitar el conflicto de intereses que surge al reunir en una misma institución las acciones de promoción y ejecución.

Los recursos de la agencia se dividen básicamente en dos áreas: el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR). El primero costea grupos de investigación básica a través de proyectos de investigación científica y tecnológica (PICTs), la compra de equipamiento y la realización de reuniones científicas. El segundo financia, a través de préstamos, subsidios e incentivos fiscales a empresas e instituciones dedicadas a investigación y desarrollo. La mayor parte de los fondos que se otorgan a las empre-

sas tienen forma de crédito. En algunos casos estos créditos son de devolución contingente, es decir, se condona parte de la deuda si el proyecto no resulta exitoso. El objetivo primordial es que el financiamiento vaya a empresas pequeñas y medianas que puedan incrementar su competitividad a través de nuevos desarrollos para los cuales es muy difícil conseguir dinero de otra manera.

## Endeudamiento y gasto público

En la actualidad la innovación científica y tecnológica en la Argentina está financiada mayoritariamente con el Plan de Modernización Tecnológica 2 (PMT2), un crédito del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que se encuentra vigente. Los fondos se reparten sobre la base de convocatorias para las distintas formas de financiación. Los proyectos presentados son evaluados según su aporte científico-tecnológico y también económico. Existe asimismo un seguimiento del avance de los proyectos que condiciona los futuros desembolsos.



## Ficha personal

## LINO BARAÑAO

- Edad: 49 años.
- Licenciado y doctor en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.
- Investigador Principal del Conicet.
- Profesor Asociado de Química Biológica de la Facultad de Exactas.
- Director del Laboratorio de Reproducción y Biotecnología Animal.
- Área de trabajo: mecanismos de acción hormonal en el tracto reproductivo femenino. Desarrollo embrionario en especies de interés zootécnico.
- Obtuvo la única línea de células ováricas bovinas existente en la actualidad.
- Fue asesor científico de importantes proyectos biotecnológicos relacionados con la producción de embriones in vitro, de transgénicos y clonación. Entre sus trabajos de mayor repercusión, se cuenta la primera vaca clonada en el país, generada con la idea de que produzca, en su leche, proteínas humanas que serán transformadas en medicamentos de costo accesible.



“Una de las primeras cosas que ocurrió cuando llegué (a la Agencia) es que el BID notificó que como no se había ejecutado el crédito, técnicamente había caído. No había más financiamiento. Habían quedado noventa millones de dólares de crédito sin ejecutar, pero conseguimos dos años de gracia para poder terminar de utilizar ese dinero”, así resume Barañao la primera misión que tuvo que encarar al frente de la Agencia.

***La idea es fomentar la aparición de nuevas empresas de base tecnológica que creen puestos de trabajo para los profesionales y que sirvan como plataforma para nuevos emprendimientos.***

El problema que hubo para ejecutar el PMT2 está fundamentalmente concentrado en el FONTAR. Debido a la crisis económica que se agudizó durante el último año y medio, las empresas no sólo no solicitaron crédito sino que muchas de las que tenían proyectos aprobados los han rechazado ante la imposibilidad de hacer frente a los intereses. Esta situación hizo

que el dinero destinado a este fin quedara paralizado y que, a pesar de eso, hubiera que pagar intereses por esos recursos inutilizados. Probablemente esto pueda sonar ridículo para quienes nunca se han aventurado en el terreno de las finanzas públicas. Pero es inevitable cuando se depende de créditos internacionales. “Cada vez que se ejecuta una parte del crédito, eso va al endeudamiento, que a su vez está acotado por el FMI: hay pautas de tope de endeudamiento que son rígidas”, aclara Barañao. En cambio, los intereses que se pagan no incrementan la deuda sino el gasto público, por eso los créditos suelen no utilizarse aunque generen una pérdida irracional en las arcas públicas.

Por otra parte, el dinero destinado al FONCYT se invirtió en su totalidad; de hecho, se podría ejecutar un monto superior al actual. “El problema es que debido a las condiciones del crédito no se pueden pasar a la investigación básica los fondos destinados al desarrollo de empresas. Se pagan intereses porque no hay otra salida –alerta Barañao–. La alternativa es renunciar al crédito en su totalidad, lo cual implicaría dejar la ciencia básica sin financiamiento”.

Una de las estrategias que se implementarán para salir de esta encrucijada es la puesta en marcha de una nueva línea de financiamiento que cubra la brecha entre estos dos fondos. Estará destinada a nuevos desarrollos que surjan del sector académico y tiendan a la obtención de un producto o servicio que abarque una demanda social o un mercado vacante. La idea es fomentar la aparición de nuevas empresas de base tecnológica –los PICTs Start-up–, que creen puestos de trabajo para los profesionales locales y que sirvan como plataforma para nuevos emprendimientos.

### Soberanía nacional

Uno de los proyectos que ya está en marcha en la Agencia es la implementación de una oficina de patentes. La idea surgió de la necesidad de proteger el valor de los conocimientos obtenidos con fondos públicos. “Básicamente se trata de evitar que se pierdan recursos que a la sociedad le ha costado mucho obtener, protegiendo especialmente los desarrollos realizados en el sector público, aunque también se hará extensivo a pequeñas empresas de base tecnológica ya existentes. La idea es que al cabo de un tiempo se tengan



## Conocimiento productivo

Las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT) dispersas por el país son entidades intermedias cuya función es vincular al sector científico-tecnológico oficial con el sector productivo. El objetivo de estas unidades es asesorar a las empresas en la presentación y gestión de proyectos y en temas de propiedad intelectual.

"Actualmente existe una disparidad muy grande en el desempeño de las UVT en todo el país. Por eso queremos hacer una capacitación intensiva de sus recursos humanos, proveer financiamiento para su consolidación a través de proyectos debidamente evaluados y posteriormente cali-

ficarlas sobre la base de su desempeño", asegura Barañao. La idea de realizar esta especie de certificación surge de observar el fracaso de muchos proyectos, potencialmente importantes, por problemas de formulación, sobre todo en el interior del país.

Para superar esta dificultad la Agencia organizará cursos en la SeCTIP destinados a los integrantes de las UVT. En el futuro será obligatorio que cada una de estas unidades cuenten al menos con una persona que haya pasado por el curso y, además, se establecerá un seguimiento periódico para relevar la capacidad para presentar proyectos.

las patentes como un valor agregado a las nuevas empresas y entonces se facilite la captación de capital de riesgo", explica Barañao.

***"Nuestra función es demostrar con argumentos objetivos que la inversión en ciencia y tecnología es altamente redituable, no sólo desde el punto de vista social sino también económico."***

Esta oficina brindará asesoramiento y evaluará las solicitudes para considerar el financiamiento de las patentes. Para ello existen fondos especialmente afectados dentro del crédito del BID que permitirían incluso el patentamiento a nivel internacional.

Una de las prioridades de la Agencia es lograr acortar los tiempos de evaluación, para agilizar el financiamiento de los

proyectos. Por eso se está trabajando en un rediseño de los manuales de procedimientos en forma paralela a una informatización general de la institución.

Por otra parte, se intentará obtener financiamiento genuino, del Tesoro Nacional, de forma tal que la mayor parte de los fondos para ciencia y tecnología no estén sujetos a la obtención de créditos internacionales. "Esto sólo puede lograrse a través de una decisión política de aportar más recursos al sistema—destaca Barañao—. Nuestra función es demostrar con argumentos objetivos que la inversión en ciencia y tecnología es altamente redituable, no sólo desde el punto de vista social sino también económico. Datos recientes muestran que los créditos otorgados para el desarrollo tecnológico se recuperan y además implican un incremento en la recaudación impositiva por parte del Estado, que compensa ampliamente la inversión inicial". ■



**\* Exactas va a la escuela: charlas gratuitas de divulgación científica y paneles de investigadores de la Facultad de Exactas en los colegios**

**\* Programa de Experiencias didácticas: prácticas en los laboratorios para alumnos secundarios**

**\* Visitas y recorridos por los laboratorios de la Facultad**

**\* Charlas sobre cada una de nuestras carreras**

La Dirección de Orientación Vocacional de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA organiza todas estas actividades pensadas para alumnos de los últimos años de los colegios secundarios.

Con distintas prácticas, todas ellas apuntan a difundir las carreras de ciencias entre quienes estén próximos a realizar sus elecciones vocacionales.

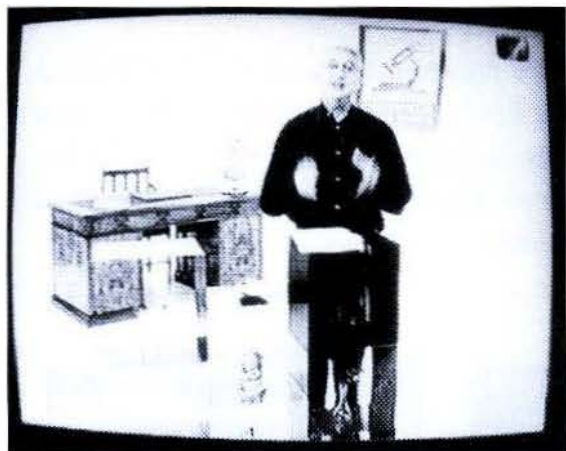
**Para más información, los directivos de escuelas, los docentes o los alumnos pueden comunicarse con nosotros al 4576-3337 o por correo electrónico a [dov@de.fcen.uba.ar](mailto:dov@de.fcen.uba.ar)**



# La ciencia que llegó a la tele

por S.G.

**Quando la televisión abierta parecía haberse olvidado definitivamente de la ciencia, Canal 7 dio el batacazo con "Científicos (Industria Argentina)". El programa, conducido por Adrián Paenza, está en el aire desde mayo y con todas las ganas de instalarse.**



**"Científicos (Industria Argentina)"** es un programa de ciencia que a partir de la primera semana de mayo comenzó a emitirse por Canal 7 todos los lunes a las 11 de la noche. Lo conduce Adrián Paenza, doctor en matemática, profesor en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, y con una larga trayectoria en periodismo. Es la primera vez que un canal de aire se ocupa de la ciencia en un horario accesible para gran parte del público.

El objetivo central es mostrar lo que se produce en ciencia y tecnología en la Argentina. "Este es un programa de los científicos argentinos para que lo que se produce en el país sea comunicado a la sociedad, que es la que sostiene el andamiaje científico con sus impuestos", afirma Paenza. El supuesto de partida es que la gente no ha defendido la inversión que se hace en ciencia en el país, sencillamente, porque no se ve lo que los científicos hacen ni para qué sirve ni cómo mejora la calidad de vida de nadie.

Paenza ejemplifica: "Si el gobierno decidiera cerrar todas las escuelas del país, habría una protesta masiva y gente en las

calles. ¿Por qué? Porque todo el mundo entiende lo que significa la educación primaria, la alfabetización. En cambio, si el presupuesto para la producción de ciencia en el país no llega al 1 por ciento del producto bruto, la protesta queda reducida a un grupo muy pequeño, y eso sucede porque el grueso de la población no sabe qué es lo que hacen los científicos".

"Mi apuesta es a producir ese contacto —continúa—. El canal estatal tiene la obligación de tener en el aire un programa de estas características, es sencillamente una forma de pagar una deuda muy elemental que tiene con la sociedad. El programa recién empieza: estamos aprendiendo a hacerlo y, por ahora, la respuesta de la gente ha sido extraordinaria".

**¿Cómo influye en la estabilidad del programa la medición de audiencia?**

En una de las charlas que tuvimos con la gente del canal en el momento de hacer el acuerdo original, quedó claro que el *rating* no iba a ser un elemento tan decisivo como en un canal comercial. Todos entendimos que el programa es una necesidad y nadie debería aspirar a que el *rating* sea un factor determinante en su continuidad. Eso sí: lo que queríamos era hacer algo de buena calidad y ser juzgados por eso.

**¿Cuáles son los principales problemas con que se están enfrentando?**

El problema mayor es que somos un grupo reducidísimo para realizarlo. Y el presupuesto es virtualmente nulo. Otro problema, pero de características antipodales, es que la demanda de la comuni-

dad científica para exhibir lo que hace desde distintos lugares del país es abrumadora y conmovedora. Obviamente, son niveles de problemas diferentes: el primero, lo sufro; el segundo, lo disfruto.

**El programa ha ido variando un poco, incorporando nuevas ideas. ¿Cómo se discuten esos cambios? ¿Reciben algún tipo de feedback del público acerca de preferencias temáticas?**

El programa es algo dinámico. Como dije antes, aprendemos a hacerlo. Claudio Martínez es el productor general y él es quien tiene el programa en la cabeza. Diego Golombek es uno de los pilares fundamentales. Su participación en la propuesta y realización es imposible de mensurar. Javier González, el director, editor y realizador, tiene un compromiso tan grande con el programa que es francamente conmovedor. Está todo hecho con mucho esfuerzo y muy "apurado" porque no hay tiempo, pero las discusiones son ricas y si bien hay liderazgos, obviamente, todos tienen su oportunidad para opinar y defender su idea. Y no me quiero olvidar de Tristán Simanaukas, Patricia Battistoni, Carina Maguregui, Soledad Barruti, ni de Verónica Seeber.

**¿Cómo se deciden los temas?**

Tratamos de balancear lo más que podemos, mezclando las ciencias duras con las otras, mostrando algo de muy poca difusión con algún otro proyecto más conocido, algún aporte a la tecnología de uso inmediato. Es muy difícil elegir, pero al mismo tiempo, es esperable que el programa esté mucho tiempo en el aire y que todos aquellos que tengan algo para decir encuentren en *Científicos (Industria Argentina)* un foro para hacerlo. ■



Inundaciones en Santa Fe

# La imprevisión hecha catástrofe

por Susana Gallardo  
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

***Las inundaciones en la provincia de Santa Fe representan una de las mayores catástrofes de la Argentina en los últimos años. Los funcionarios le echaron la culpa a la naturaleza, pero los científicos señalan causas políticas y sociales. Por un lado, los estudios climáticos vienen anticipando cambios en el régimen de las lluvias. Por otro, se señalan los factores que aumentan la vulnerabilidad social frente a estos eventos.***



Lluvias torrenciales, huracanes, tornados, erupciones volcánicas y terremotos son las manifestaciones de una naturaleza “desatada” que ha producido grandes catástrofes a lo largo de la historia. Ahora bien, ya iniciado el siglo XXI, ¿se puede seguir culpando a la naturaleza de los daños que produce? Está claro que el hombre no puede cambiar el “guión” de ciertos eventos climáticos o geológicos. Pero, gracias a los avances en distintas áreas del conocimiento, ¿no puede, acaso, anticiparse a los fenómenos naturales y atenuar la magnitud de los efectos?

Una de las peores catástrofes que sufrió la Argentina en los últimos años ha sido la inundación en la ciudad de Santa

Fe. Más de 80 mil personas evacuadas, 23 muertos, personas desaparecidas, y millonarias pérdidas materiales. Según los funcionarios, la causa fue “una lluvia fuera de lo normal”.

***La lluvia extraordinaria que fue causa directa de las inundaciones fue prevista por los meteorólogos.***

Sin embargo, para la doctora Claudia Natenzon, geógrafa y docente en la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, “lo que sucedió en Santa Fe puede caracterizarse como un problema social y político antes que natural”. Y agrega: “La forma

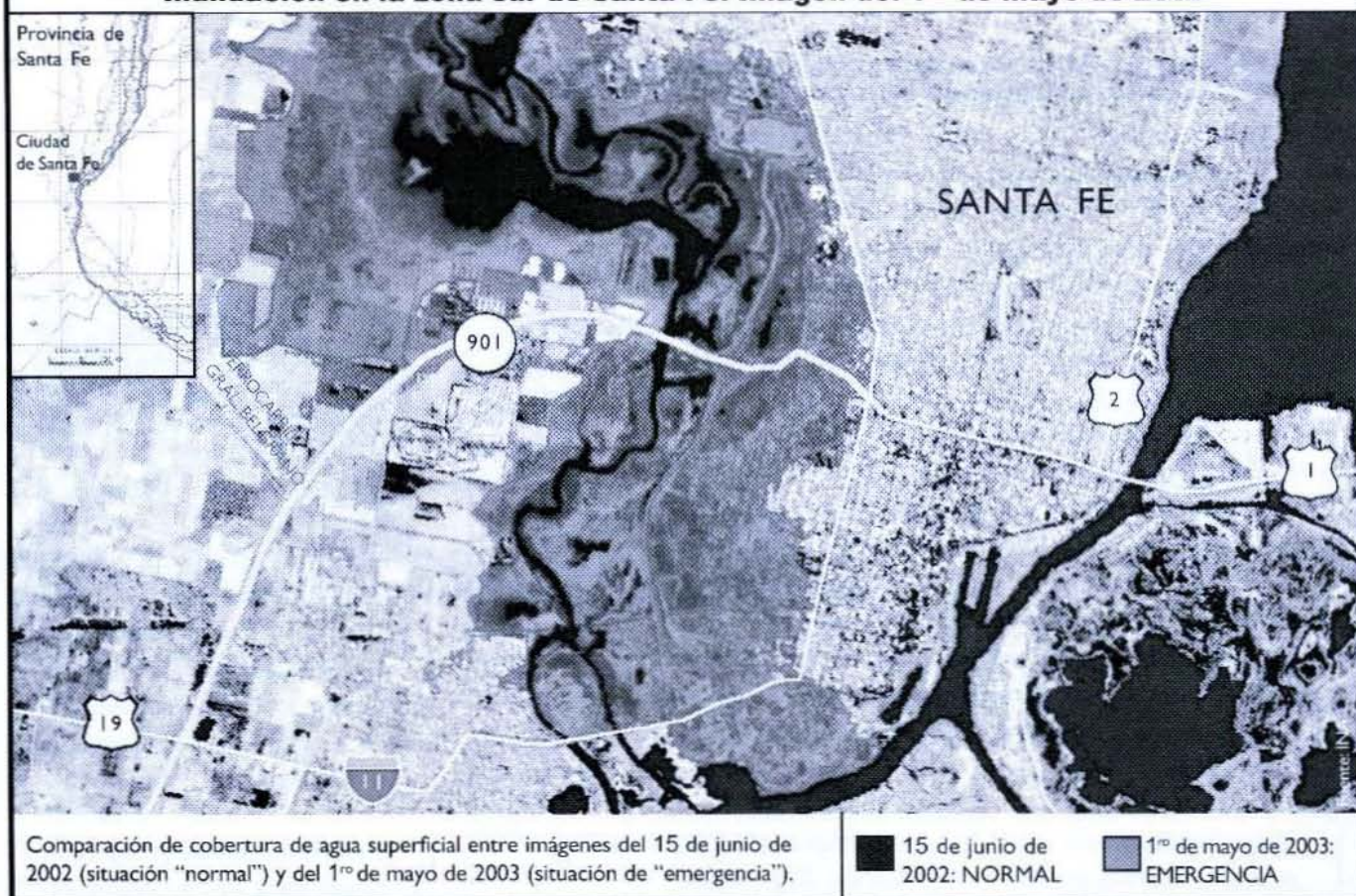
en que una sociedad enfrenta y resuelve una catástrofe se vincula a la forma en que resuelve todos sus problemas”.

Por su parte, el ingeniero Juan Borús, responsable del área Modelación Hidrológica y Pronóstico, del Instituto Nacional del Agua (INA), señala que desde diciembre del 2002 se estaba advirtiendo a los usuarios acerca de la situación de riesgo debido al exceso de lluvias y a que el suelo ya estaba saturado de agua.

El INA está a cargo desde el año 1983 del desarrollo y operación del Sistema de Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata. En tal sentido, vigila las crecidas, y envía mensajes semanales a más de 200 usuarios en todo el país. Asimismo ofrece un



## Inundación en la zona sur de Santa Fe. Imagen del 1º de mayo de 2003



informe mensual con escenarios de riesgo. En febrero de 2003 esta institución y la Comisión de Actividades Espaciales (CONAE) iniciaron un proyecto de monitoreo de la situación hídrica en la cuenca del río Salado santafesino, en el que los técnicos del INA procesan y analizan las imágenes satelitales que son cedidas por la CONAE. De este modo, evalúan la probable evolución de la situación hidrológica.

Esto significa que desde febrero el INA disponía de datos certeros acerca de la situación en Santa Fe. "Enviamos información por correo electrónico, por fax, telefónicamente, por todos los medios posibles", recalca Borús.

¿Hubo respuesta de parte de funcionarios y autoridades? "Sabemos que la información llega, pero no siempre tenemos acuse de recibo, y tampoco consultas en la medida en que la situación lo requeriría", asegura el ingeniero. "Parecería que en una situación de mayor riesgo es cuan-

do más se complica ese *feedback* de las autoridades", reflexiona, y recalca: "Los contactos son muy fluidos con los organismos técnicos de todas las provincias, pero del nivel técnico para arriba, comienza a haber problemas en la comunicación".

En síntesis, el sistema de alerta funcionó, lo que no funcionó fue la decisión de



las autoridades de dar aviso a la población, lo cual podría haber ahorrado vidas.

### Calentamiento global

La lluvia extraordinaria que fue causa directa de las inundaciones fue prevista por

los meteorólogos, aunque éstos no podían definir con precisión el área en que se desencadenaría la tormenta. La doctora Inés Camilloni junto con el doctor Vicente Barros, investigadores del Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA, realizan un estudio en el que analizan las mayores inundaciones y las causas climáticas, en especial su vinculación al fenómeno El Niño.

"Vimos que un área amplia, que abarca toda la cuenca del Plata, es vulnerable en el otoño posterior al inicio de un evento El Niño. En esa época se producen lluvias extraordinarias, muy por encima de lo normal", señala Inés Camilloni.

De hecho, de las seis inundaciones más grandes que tuvo el Paraná, cinco se produjeron en el otoño posterior al inicio de El Niño. "La zona en que se produce esa lluvia extrema no siempre es la misma. Por eso es difícil de pronosticar", enfatiza Camilloni.



## Cambio climático y vulnerabilidad social

¿Cómo se hará frente a los cambios climáticos que se avecinan? Climatólogos, hidrólogos, geólogos, geógrafos, sociólogos y antropólogos se han unido en un proyecto conjunto donde se evalúan los impactos negativos de un posible aumento del nivel del mar y de sus efectos meteorológicos. Se trata de un proyecto estratégico de la UBA, que dirige el doctor Vicente Barros, y se denomina: *Inundaciones: génesis, costo socio económico, adaptación y prevención*. "Evaluamos los efectos de las inundaciones actuales para predecir el impacto de un posible aumento en el nivel del mar", explica la doctora Natenzon, que integra el mencionado proyecto.

"Nuestro propósito —afirma la geógrafa— es identificar los sectores sociales más vulnerables a lo largo del litoral bonaerense, desde el delta del Tigre hasta la Bahía de Samborombón". Para el 2050, los meteorólogos prevén un aumento del nivel del mar de hasta cuatro metros sobre el nivel actual. Y lo que se quiere averiguar, precisamente, es qué cantidad de población podría estar afectada. Para el área metropolitana de Buenos Aires —que abarca desde Tigre hasta Berazategui— los investigadores estiman que casi un millón y medio de personas quedarán bajo la cota extrema de cinco metros sobre el nivel actual del mar.



***Si las instituciones están fragmentadas o modifican sus políticas con los cambios de gobierno, hay mayor vulnerabilidad social, porque el manejo de estos problemas complejos tiene que sostenerse en el tiempo.***

"Determinamos la cantidad de población afectada y los bienes que quedarán expuestos; para ello hacemos un relevamiento de la estructura y la antigüedad de los edificios", comenta Natenzon. Los investigadores también realizan una evaluación cualitativa, en la que analizan aspectos de la cultura, las instituciones, la legislación, elementos que contribuyen a hacer más o menos vulnerable una sociedad.

Si las instituciones están fragmentadas, tienen "celos" unas de otras, o modifican sus políticas con cada cambio de gobierno, el resultado es una mayor vulnerabilidad social, porque el manejo de estos problemas complejos tiene que sostenerse en el tiempo, más allá de los intereses coyunturales.

Un aspecto importante del proyecto es la participación de los actores sociales involucrados. ¿Cómo se lleva a cabo la vinculación con la sociedad? "Una forma es preguntar a la gente qué necesita, y adecuar la investigación a demandas específicas. Otra alternativa, que estamos encarando, consiste en llevar a cabo acciones conjuntas", explica la doctora Natenzon. Además, dado que se está hablando de un plazo de 50 años, los resultados de las investigaciones podrán tener influencia en un plan de inversiones, es decir, en las obras que se realizarán. Por ejemplo, cómo construir una ruta para que después no se convierta en un dique, o dónde establecer nuevos barrios de viviendas.

"También queremos conocer qué cuestiones no podemos resolver, es decir, aquellos aspectos desconocidos que aumentan la incertidumbre", comenta la investigadora. Lo importante es tratar de sistematizar y construir una visión de la realidad en conjunto. La idea de Natenzon es intentar un manejo colectivo de problemas complejos.



Los investigadores, que han estudiado las crecidas del Paraná durante el siglo XX, cuentan con datos de precipitaciones y valores mensuales de los caudales de los ríos.

***Una solución es destinar zonas para que se aneguen, aprovechar las lagunas naturales o construir pequeños embalses.***

El aumento de las lluvias se asocia también al cambio climático. "Este fenómeno se manifiesta como calentamiento en algunas zonas del planeta, y en otras, como en la Argentina, mediante un aumento de las precipitaciones", explica la investiga-



dora. Lo que sucede es que, al calentarse la atmósfera, cambian los patrones de circulación del aire.

"Hemos observado que el sistema de alta presión del océano Atlántico se está desplazando hacia el sur; como consecuencia, cambia el régimen de vientos y cambia



### Inventario de lo que no hay que hacer

En los últimos quince años se produjeron en la Argentina grandes inundaciones que afectaron a una enorme cantidad de población. A pesar del llamado de atención que representó la primera de ellas, que se produjo en 1982-83, en las siguientes los daños no sólo no disminuyeron sino que causaron un impacto mayor.

Una de las razones, señala la doctora Claudia Natenzon, es que quienes tienen alguna responsabilidad en la toma de decisiones suelen considerar que la causa de estos desastres reside "en un orden natural dado, casi divino, que escapa a cualquier intervención humana". En este modo de plantearlo, el problema no puede resolverse, pues, al ser obra de la naturaleza, queda fuera de las decisiones sociales.

Muchas veces puede suceder que las autoridades, cuando reciben el alerta, no avisan para «evitar el pánico», y no prevén acciones ni involucran a los habitantes en la toma de decisiones.

El mal manejo de estas situaciones se refleja también en el tratamiento de los inundados, que se convierten en un «objeto» asistencial de la caridad y el paternalismo. "Se considera que es gente que no está en condiciones de decidir sobre su propia existencia. Entonces se los 'mueve' de un lugar a otro, se los intima a dejar sus casas, se desconoce su derecho a decir qué quieren o qué necesitan. Se alaba la 'adaptación' de los inundados frecuentes", explica Natenzon, y enfatiza que el término adaptación es interpretado como "aceptación de lo inevitable".

Otra característica es que el rescate adquiere un tratamiento militarizado. Se declara la «guerra» contra el río. Pero la gente se resiste a acatar la orden de abandonar su casa. Y esto puede llegar a desembocar en la muerte, porque las personas pueden morir de frío o de sed. A pesar de estar rodeados de agua no pueden beber por el peligro de contaminación.



la forma en que entra la humedad en el continente". De hecho, en las últimas décadas las lluvias se han ido corriendo más hacia el oeste, y las zonas semiáridas, que no eran productivas desde el punto de vista agropecuario, ahora lo son.

### Las inundaciones: un fenómeno geológico

Para el doctor Fernando Pereyra, docente en el departamento de Geología de la FCEyN, "el fenómeno climático son las precipitaciones, pero una vez que el agua cayó en la tierra, si se infiltra o si escurre, o cómo escurre, es una pregunta que pueden responder los geólogos". Y, para proponer soluciones, es necesario conocer la geología del lugar. Según el investigador, "hay un conocimiento deficiente de la di-

námica de las inundaciones, y el factor soslayado es el geomorfológico".

En Santa Fe se construyeron viviendas en planicies y terrazas aluviales que se inundan en forma natural. Además, las rutas, al estar construidas en terraplén, se



convierten en diques naturales que impiden la salida del agua, una vez que ésta entró.

¿Qué acciones pueden proponerse para mitigar estos problemas en el futuro? En una inundación, el agua se puede



dispersar de tres maneras: una parte se evapora, una se absorbe y otra escurre. "Para reducir el escurrimiento hay que aumentar la infiltración y la evaporación", subraya el geólogo. Por estas razones, una solución es destinar zonas para que se aneguen, aprovechar las lagunas naturales o construir pequeños embalses. De esta forma el agua se va absorbiendo lentamente, y aumenta también la evaporación. Por otro lado, no es aconsejable la construcción de nuevos canales o la rectificación de los cursos de agua. Éstos suelen ser sinuosos, lo que compensa la baja pendiente y retarda la crecida.

***"La idea de extraordinario es un concepto que hay que empezar a revertir; si se hacen obras, tienen que estar pensadas para lo que va a ser el clima en el futuro".***

El hecho es que en Santa Fe, entre el 22 y el 28 de abril de 2003, la precipitación cayó triplicó los valores normales para la época. "Esa lluvia cayó en una zona saturada de agua. Fue como si hubiera llovido sobre un vidrio", grafica el ingeniero Borús, del INA. "Históricamente nunca había llovido tanto en ese lugar. Fueron lluvias extraordinarias", señala Camilloni, y recalca: "Pero el concepto de 'extraordinario' hay que empezar a revertirlo; si se hacen obras, tienen que estar pensadas para lo que va a ser el clima en el futuro". ■



Software libre

# Otra computación es posible

por Verónica Engler  
vengler@bl.fcen.uba.ar

***La noción de software libre salió a la palestra hace veinte años como alternativa al sistema regido bajo copyright, que las grandes compañías de computación planteaban como modelo hegemónico de desarrollo y distribución. En la actualidad, el software libre es considerado como una alternativa tecnológica por muchos gobiernos.***

Hace aproximadamente dos décadas, las grandes compañías de computación comenzaban a perfilarse al tiempo que iban modelando una particular forma de distribución para sus productos. Paralelamente, pero en sentido contrario, se gestaba la noción de software libre, que inicialmente estuvo asociada al movimiento hacker. Aquí el término hacker se aplica, no a un delincuente informático, sino a toda persona que disfruta el desafío intelectual de superar creativamente limitaciones, explorando los sistemas de computación para mejorarlos.

Lo que el software libre cuestiona fundamentalmente es la manera en que se distribuye y maneja la información bajo el esquema generado por el software propietario, es decir, con licencia. ¿Cómo es este esquema? El software que generalmente utilizamos en nuestras computadoras (Windows, MS Office, antivirus) está protegido bajo el sistema de *copyright*, por eso, en la mayoría de los casos se debe pagar una licencia cuando se compra o se actualiza un programa. Aunque también hay programas protegidos por *copyright* gratuitos (*freeware*). Pero lo que realmente destaca al software propietario no es la restricción para realizar copias libremente, sino el hecho de que el código fuente – el lenguaje con el que está escrito – se mantiene en secreto, por lo tanto el usuario no puede conocer la herramienta con la que trabaja, lo que le impide realizar modificaciones en el diseño del programa.

A principios de la década del 80 estas dos limitaciones –la económica y la intelectual– comenzaron a inquietar a algunos de los que desarrollaban software. Richard Stallman, integrante por ese en-





tonces del Departamento de Inteligencia Artificial del Massachusetts Institute of Technology (MIT), dio el puntapié inicial para intentar revertir ese orden en el que estaba enmarcándose el mundo digital. Lo primero que hizo Stallman fue inventar un concepto que diera vuelta el esquema de *copyright*: así surgió el *copyleft*, un tipo de registro para productos informáticos que garantiza el derecho a la distribución libre y acceso al código fuente. Usando esta estructura comenzó un proyecto para desarrollar un sistema operativo (SO) basado en Unix, uno de los SO más utilizados en redes en ese momento. La idea se dispersó por Internet y, en 1991, Linus Torvalds, un estudiante finlandés de la Universidad de Helsinki, pidió ayuda en la Red para continuar, a su manera, el proyecto Stallman. De ese llamado a la comunidad de internautas nació Linux, un SO que en el presente compite con productos como Windows.

**De un llamado a la comunidad internauta, nació Linux, un sistema operativo que en el presente compite con productos como Windows.**

En la actualidad, el software libre es considerado como una alternativa tecnológica por muchos gobiernos e instituciones, porque permite un desarrollo informático autónomo no atado a las derivas de las empresas que dominan el mercado. Por eso varios países han comenzado experiencias públicas en distintos niveles de su administración para favorecer su utilización, contándose entre ellos a Chi-



Un hacker de la primera hora dio vuelta el símbolo del *copyright* y le adosó, irónicamente, la siguiente leyenda: «Copyleft - all rights reversed» (Copyleft todos los derechos al revés).

na, Alemania, Francia, el Reino Unido, México, Brasil, la India, Bélgica, la Unión Europea en su conjunto, Perú y Tailandia entre otros. En Latinoamérica, Brasil se puso a la cabeza cuando el Partido de los Trabajadores asumió el gobierno nacional e incluyó al software libre entre sus políticas de Estado (planea migrar gran parte de su parque informático en los próximos tres años).

Argentina, por su parte, ya cuenta con dos proyectos de ley sobre el tema: uno del diputado Marcelo Dragan (Acción por la República) y el otro del diputado Pablo Fontdevila (Justicialista).

### ***Código abierto, puertas cerradas***

Para los defensores del software libre, la cuestión económica no es la más importante. Lo realmente relevante es el manejo de la información que implica este modelo (ver "La libertad"). El acceso al código fuente no es sólo una delectación intelectual para una minoría de iniciados en el arte de la programación, sino un tema fundamental de seguridad. El hecho de que haya una gran cantidad de expertos dispersos por el mundo que pueden tener acceso al código fuente sirve para minimi-

zar los errores de programación (*bugs*), por ejemplo, los típicos "cuelgues" de Windows que suelen dar como resultado una pantalla azul con un mensaje incomprensible para la mayoría de los usuarios. Pero sobre todo, es útil para verificar que los programas no tengan fallas de seguridad, como las denominadas "puertas traseras" (*backdoors*) —recursos que permiten redirigir la información contenida en una computadora hacia otra computadora sin que el usuario pueda advertirlo—.

Si se considera la estructura informá-



El pelilargo Richard Stallman, uno de los gurúes del software libre.

tica de una organización como el Estado, que maneja información crítica de la ciudadanía, la posibilidad de que los datos se filtren hacia el exterior representa un riesgo inconmensurable. Por eso, la seguridad es uno de los temas destacados en los dos proyectos de ley nacionales que propician el uso de software libre en el Estado.

Federico Heinz es director de la Fundación Vía Libre, una ONG cordobesa cuyo objetivo es ayudar a que "la llamada sociedad de la información, además de ser moderna, multimedial e interactiva, sea igualitaria", según explica este experimentado programador que participó junto a



sus compañeros de la fundación en la redacción del proyecto presentado por Dragan en la Cámara de Diputados.

"Tenemos que asegurarnos que en el futuro podremos acceder a nuestros datos de hoy y que nadie los esté cambiando o nos pueda sacar la infraestructura informática sobre la que están esos datos. Tenemos que tener la seguridad de que si descubrimos problemas en el software, los podemos arreglar", sostiene Heinz, porque considera que la ley es necesaria para defender los derechos de la ciudadanía. "El Estado está administrando datos que son del ciudadano. Entonces tiene que extremar medidas de seguridad y al usar software propietario está descuidando criminalmente esos datos", advierte, y ejemplifica: "InterBase era una base de datos,

desarrollada por Borland, que se usaba mucho en sistemas de reservas de líneas aéreas y en hospitales. En determinado momento (en el 2000), gran parte del código fuente de InterBase se liberó. Meses después, alguien que estaba trabajando con este código descubrió una puerta trasera, que había estado ahí por lo menos durante seis años."

### **Linux, modelo para armar**

Para que una computadora pueda funcionar debe contar con un conjunto de programas que forman lo que se conoce como sistema operativo. Éste se encarga de crear la infraestructura lógica que permite grabar datos en las unidades de almacenamiento (discos, disqueteras), así como generar, abrir y borrar archivos. Una de las funciones más importantes del SO es coordinar las actividades de los distintos programas. Además, es el encargado de administrar la memoria: dividirla en porciones, repartirla entre los programas, y proteger aquellas áreas ocupadas por software crítico, como es el caso del propio SO.

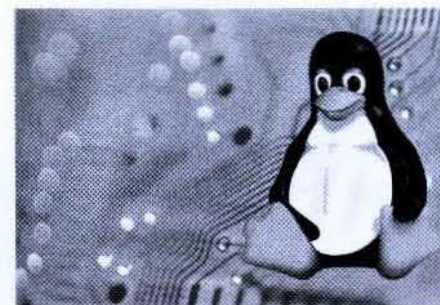
Como Linux es un SO de libre distribución, se pueden encontrar todos los archivos y programas necesarios para su funcionamiento en multitud de servidores conectados a Internet.

***Durante los primeros años de desarrollo, Linux estuvo imbuido de cierto espíritu esotérico: se decía que era un sistema sólo apto para iniciados.***

La tarea de reunir todos los archivos y programas necesarios, así como instalarlos, puede ser bastante complicada y no apta para muchos. Por esto mismo, nacieron las llamadas distribuciones de Linux. Una distribución es una recopilación particular de programas y archivos, organizados y preparados para su instalación. Es-

tas distribuciones se pueden obtener a través de Internet, comprando o copiando los CDs de las mismas, los cuales contienen todo lo necesario para instalar un sistema Linux completo y en la mayoría de los casos un programa de instalación que sirve de ayuda a los neófitos.

Durante los primeros años de desarrollo, Linux—representado con el dibujo de un simpático pingüino—estuvo imbuido de cierto espíritu esotérico. Se decía que era un sistema sólo apto para iniciados, porque en un principio carecía de entorno gráfico (como Windows) y la interfaz comunicativa entre usuario y computadora no se daba a través de íconos y menús, sino de instrucciones escritas—líneas de comando—que carecían por completo del *glamour* multimedia al que se han ido acostumbrado los usuarios con el SO de las "ventanitas".



El pingüino más famoso, un ícono pop en internet.

En la actualidad, nadie puede decir que Linux sea un SO exclusivo de expertos, ya que existe una gran cantidad de distribuciones (Debian, Mandrake, Red Hat, Slackware, SuSE, entre otras) aptas para todos los gustos y necesidades, con diferentes entornos gráficos. Sin embargo, los usos y costumbres que hacen al manejo cotidiano de una herramienta de trabajo no son fáciles de cambiar. Este fue uno de los temas que motivó a Eduardo Thill, Director de Gestión Informática del Ministerio del Interior, y Pedro Janices, Coordinador de Informática de la Secretaría de Medios de Comunicación, para crear el

### **La libertad**

El software libre implica la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades de los usuarios:

1. La libertad de usar el programa, con cualquier propósito.
2. La libertad de estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a las necesidades personales. El acceso al código fuente es una condición previa para esto.
3. La libertad de distribuir copias, con lo que se puede ayudar al prójimo.
4. La libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras, para que toda la comunidad se beneficie.

Pero software libre no significa "no comercial". De hecho, el desarrollo comercial del software libre ha dejado de ser inusual. El software libre sin *copyleft* también existe.

Para cubrir un programa con *copyleft*, primero se reservan los derechos; luego se añaden los términos de distribución, los cuales son un instrumento legal que le da a todo el mundo los derechos a utilizar, modificar y redistribuir el código del programa, pero sólo si los términos de distribución no son cambiados. Así, el código y las libertades se hacen legalmente inseparables.



Ámbito de Software Libre en el Estado (ASLE), un espacio para intercambiar ideas y experiencias que comenzó a gestarse hace un año y medio. La primera reunión pública del ámbito se realizó en mayo de este año y ya fue declarado de interés nacional.

“La implementación de software libre en una organización implica un cambio sociocultural que tiene que ver con el nivel

### Exactas ya tiene su pingüino

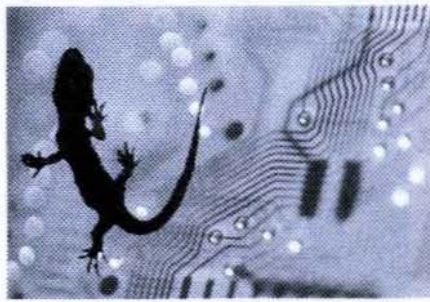


En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la UBA funciona desde el año pasado Gupos, un grupo de estudiantes de computación que trabajan investigando software libre.

Con el objetivo de crear un espacio de reflexión y debate sobre distintos modelos de desarrollo y distribución de software, el Departamento de Computación de la Facultad, junto a Gupos, organizó las primeras Jornadas de Software Libre en Exactas (JSLE), que se desarrollaron en mayo.

En el marco de las JSLE, los integrantes de Gupos presentaron oficialmente su primer vástago: Guppix, una distribución Linux basada en Knoppix –la distribución desarrollada por el alemán Klaus Knopper-. Al igual que Ututo, Guppix es una versión “buteable” del sistema y también fue pensado para facilitar a los estudiantes la iniciación en Linux.

“Con el presupuesto acotado que tiene en este momento la universidad pública, ¿cómo puede ser que se use el dinero en software pago habiendo una alternativa a eso?”, cuestiona Ernesto Domato, integrante de Gupos. “El software libre es una excelente herramienta para que se realicen desarrollos dentro de la Facultad. Por ejemplo, a lo largo de la carrera desarrollamos software basándonos en situaciones irreales, pensadas especialmente para que los estudiantes aprendan. Pero muchas veces es posible utilizar situaciones reales para solucionar problemas concretos que puede tener la Facultad, como por ejemplo un sistema de expedientes o un motor de búsqueda.”



Ututo, la lagartija noroesteña que sorprendió a la comunidad linuxera.

de usuario; lo más problemático es la interfaz. Está popularizado el uso de Windows, por eso si se le pone a un usuario una terminal Unix no le gusta; pero también hay productos de software libre que han tratado de adaptarse a las interfaces gráficas –explica Thill-. Es un problema de aceptación y de decisión política, porque el mayor costo está en las licencias para cada terminal de trabajo”.

Sin embargo, Thill no considera que el software libre deba excluir del sector público a otro tipo de tecnologías. Por eso invitó a participar del ASLE a diferentes empresas que desarrollan y comercializan software propietario. “Cada cosa en su lugar y en su medida, porque todo lo que ya tiene licencia no se puede tirar, hay que amortizarlo, hay que usarlo, para eso se pagó. No se trata de crear una rivalidad entre software libre y software licenciado, sino de usar lo que convenga para cada proyecto, para cada necesidad”.

### Socializando bytes

Para los impulsores del ASLE existen varios mitos que refutar respecto al software libre, como por ejemplo la falta de soporte técnico en el país. “Se dice que no hay nadie que se dedique a formar este tipo de recursos humanos, pero lo real es que sí hay muchas personas formadas y con gran conocimiento de estas tecnologías y las universidades son semilleros”, asegura Thill. Prueba de esto es la primera distribución criolla de Linux creada hace tres años en el seno de la Universidad Nacional de Salta (UNSa). Ututo –lagartija

movediza típica del Noroeste argentino– fue el nombre elegido para esta nueva versión creada por los ingenieros Diego y Luis Saravia.

***Para muchos, el software libre está en consonancia con las banderas que levantan los movimientos globalifóbicos.***

Una de las particularidades y ventajas de Ututo es que es una versión “buteable” del sistema. Es decir, se puede correr desde un CD sin necesidad de instalar todo el SO en la computadora ni de reconfigurar nada, evitando complicaciones para quienes quieren probar Linux pero aún no se animan a instalarlo. “Ututo fue desarrollado para solucionar un problema concreto –recuerda Diego Saravia, Secretario de Cooperación Técnica de la UNSa-. En ese momento enseñábamos en una maestría diseño de sistemas con energía solar con un programa que corría en Linux. Pero cuando los estudiantes volvían a sus casas se les dificultaba usarlo. Por eso hicimos un sistema fácil de utilizar y que no requiera instalación”.

Diego Saravia, docente del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSa, considera que este tipo de tecnologías está en consonancia con las banderas que levantan los movimientos globalifóbicos. Por eso asistió al II Foro Social Mundial, realizado el año pasado en Porto Alegre (Brasil), para participar en una charla junto a Richard Stallman, y es uno de los fundadores de Hipatia, un grupo formado en 2001 para coordinar acciones entre los impulsores de software libre de Argentina, Uruguay, Brasil, India y China.

“Para los gobiernos es lógico usarlo por razones de seguridad, costos, soberanía y desarrollo económico”, afirma convencido este ferviente defensor del software libre. ■



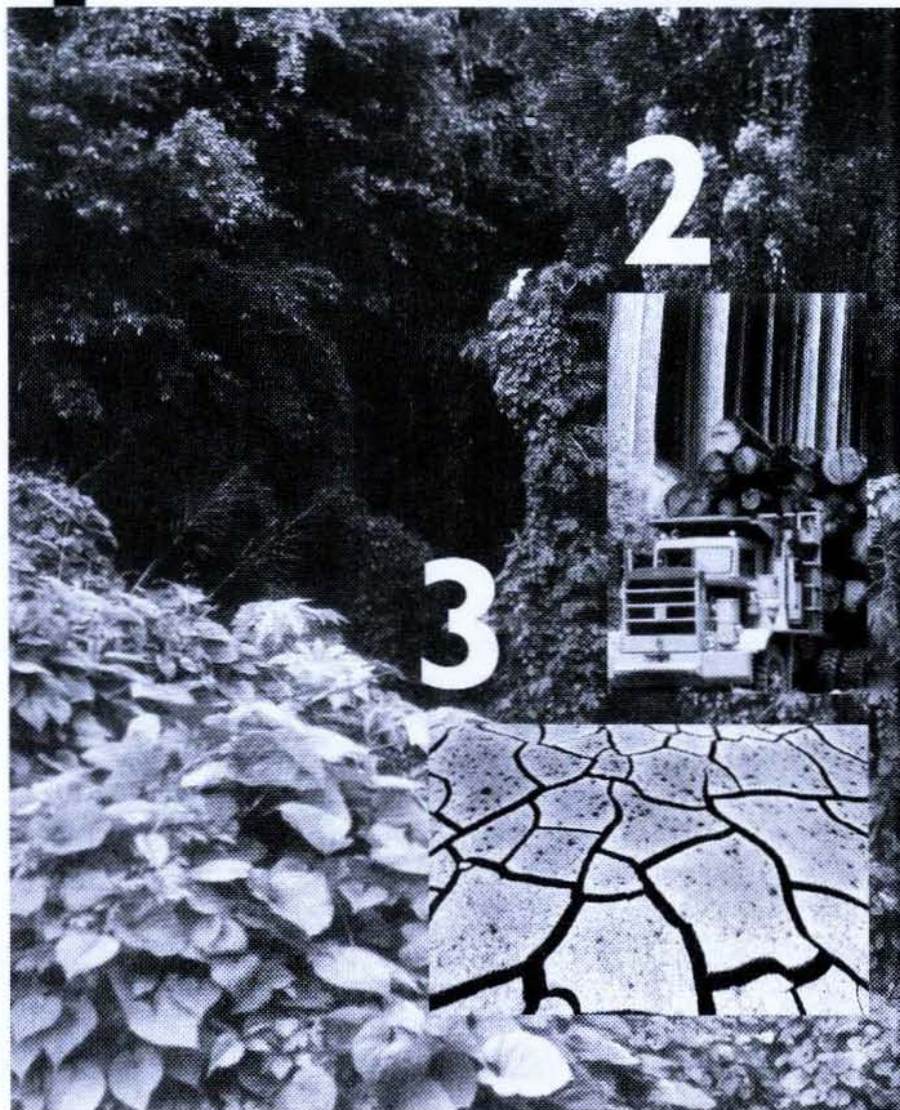
Función de las selvas tropicales

# Pulmones verdes (fritos)

por Ricardo Cabrera  
ricuti@qi.fcen.uba.ar

*A partir de primitivas teorías animistas o de metáforas un poco más elaboradas, la idea de la Selva Amazónica como "pulmón verde del mundo" se encuentra instalada fuertemente en el imaginario popular. Pero, ¿le cabe acaso la comparación con un "pulmón"? No, para nada. En la nota que sigue, la verdadera función de las selvas tropicales y el gran riesgo que implica perderlas.*

1



El planeta se está calentando y es una preocupación muy seria porque se vaticinan —sin mucho margen de error— tremendas calamidades. También se conoce el motivo del aumento de la temperatura: se debe a las altas emisiones de ciertos gases que se conocen con el nombre de gases invernadero. Entre éstos, el de mayor presencia es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ , por su fórmula química). Las sociedades, sobre todo las más industrializadas, lanzan sus efluvios de dióxido de carbono a la atmósfera como producto de la combustión de hidrocarburos, entre los que se cuentan el petróleo, el carbón, la madera. El 63 por ciento de toda la energía que consume la humanidad proviene de combustiones de este tipo.

Estos gases, que preexisten a la civilización, se llaman invernadero porque producen un fenómeno idéntico al de los techos de vidrio en los invernaderos, que mantienen una temperatura agradable aún en invierno. Tanto es así que si no fuese





**A reforestar, que se acaba el mundo**

Qué especie de árboles plantar no es una cuestión sencilla. Pero equivocarse en esta respuesta es menos peligroso que equivocarse en dejar que el  $\text{CO}_2$  siga aumentando. Lo ideal sería árboles frondosos y de crecimiento rápido, aunque siempre serán preferibles las especies autóctonas. Los nuevos bosques no tienen por qué parecerse a las forestas de producción, al contrario, pueden tener varias especies y estar irregularmente espaciadas. Tal vez se genere una nueva especialidad en forestaciones, la del bosque seminatural. El mejor destino de esta madera es perdurar como madera. Un uso posible es la construcción de muebles o viviendas. También los árboles adultos pueden, sencillamente, talarse y enterrarse. Sea como fuere, la forestación organizada es capaz de revertir el inmenso error que la civilización comete al emitir  $\text{CO}_2$  irresponsablemente con un costo incomparablemente menor a reconvertir la industria (algo que de todas maneras habrá que ir haciendo).

por el  $\text{CO}_2$  y los otros gases que producen ese efecto en la atmósfera, la temperatura promedio del planeta sería de 18 gélidos grados centígrados bajo cero. Pero lo cierto es que a partir de la revolución industrial los gases vienen aumentando y con ellos la temperatura; y el paraíso terrenal puede llegar a convertirse en un sofocante infierno. Nuestros nietos nos lo recriminarán.

***El calentamiento parece inexorable porque hasta ahora sólo se ha pautado disminuir el incremento y, peor aún, lo pautado ni siquiera se hizo efectivo.***

Para evitar este bochorno, los gobiernos de muchos países y un conjunto de organizaciones no gubernamentales se vienen reuniendo y tratando de llegar a acuerdos para revertir este cruel destino. Pero, evidentemente, puede más el beneficio económico inmediato que la racionalidad más elemental aplicada al bien de todos.

Pero también abona nuestra desgracia la falta de comprensión general de los problemas. Sin ir más lejos, abordemos el tema de este artículo. Se sabe que los vegetales verdes, a través del proceso de fotosíntesis, toman  $\text{CO}_2$  del aire y con éste fabrican su propio cuerpo y su propio alimento. A este proceso se lo llama fijación de  $\text{CO}_2$  ya que la molécula se captura del aire donde se mueve con libertad para dejarla atrapada en la planta. Como subproducto de la operación se libera oxígeno ( $\text{O}_2$ ) a la atmósfera, esa molécula tan sabrosa para la vida. Lo dicho hace que todo el mundo vea a las grandes masas verdes como inmensos pulmones que oxigenan el planeta, pero...

#### **TOMA Y DACA**

Contra todas las apuestas, los grandes bosques, las grandes selvas y cualquier



#### **Mensaje desesperado para el amigo Lula**

Aprovechando la amistad que nuestro presidente tiene con Luiz Inácio Lula da Silva, presidente del Brasil, hombre sensible si los hay y autoproclamado progresista, podríamos transmitirle esta urgencia, que parece no haber advertido:

Debe frenar inmediatamente la deforestación de la selva, mediante una ley o un decreto, ya que los clareados del bosque avanzan de modo alarmante y podrían tardar siglos en recuperarse, o tal vez nunca lo logren. Esos bosques, señor presidente, pueden estar dentro de sus fronteras, pero su existencia afecta a todo el planeta. Cada tala extensiva produce un daño irreparable, que no vale el mísero impuesto que su país puede percibir, y que el daño no lo pagan sólo los brasileños. O sea, Lula, PT, FMI, o como quiera que usted se llame, por favor, detenga inmediatamente los desmontes. El planeta Tierra y sus millones de habitantes se lo van a agradecer.

otra cobertura verde ya establecida, incluso las extensas coberturas planctónicas de los mares, no le quitan a la atmósfera ni una gota de  $\text{CO}_2$  ni le agregan tampoco un gramo de oxígeno. ¿Pero cómo? ¿Entonces tanto follaje para qué está, no fotosintetiza acaso? ¿No fija  $\text{CO}_2$ ? Sí que lo hace, pero también respira, también vive, consume y gasta, como cualquier otro organismo. Y el resultado neto, el saldo de la operación, es cero. Todo lo que fija de dióxido de carbono durante las horas luminosas lo devuelve al aire durante las 24



horas del día. Si así no fuera, si tan sólo hubiese un pequeño saldo positivo a favor de la fijación de dióxido de carbono, la biomasa crecería constantemente, cosa que sencillamente no ocurre.

***El principal beneficio de las selvas es que funcionan como depósito de carbono. Un depósito seguro, bello, biodiverso y valioso.***

Ahora, si las selvas no inclinan la balanza gaseosa hacia la disminución del  $\text{CO}_2$ , ¿qué beneficio le brindan al planeta? ¿Podemos talarlas sin remordimientos? ¡No!, al contrario. Comprender esta cuestión hace más sólida la defensa de esos ecosistemas. Aunque parezca un despropósito, casi un insulto, el principal beneficio es el de funcionar como depósito de carbono. Madera, tallo, hoja, raíz, humus, materia orgánica... pero sobre todo madera, no son otra cosa que dióxido de carbono fijado. Un depósito seguro, bello, biodiverso y valioso. Si el carbono no estuviera allí, en esa selva, en forma principalmente de árbol, entonces estaría libre en la atmósfera abonando el efecto invernadero. No importa si la tala es para fines de carpintería, o papelería, o combustible. Sea cual sea el destino inmediato, el mediano es la atmósfera, y el calentamiento.

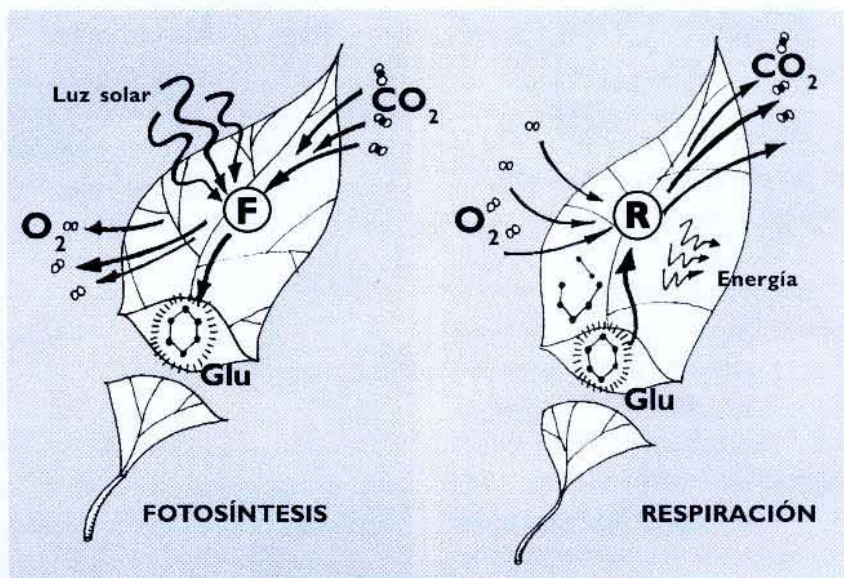
El segundo beneficio que nos brinda la selva es el que aporta como regulador de temperatura y humedad. Sin su presencia, el clima regional cambia conflictivamente. Aumentan las sequías y las inundaciones. La desertificación avanza con su carga de muerte y las calamidades cruzan fronteras sin tramitar visas.

Y hay muchos más beneficios que las grandes coberturas verdes nos brindan, como la protección y fertilización del suelo, purificación del aire y del agua, mante-

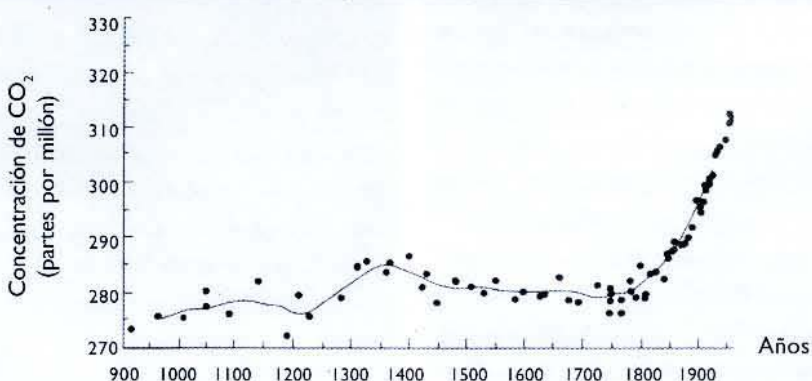
### Fotosíntesis y respiración, procesos simétricos

En presencia de luz, los vegetales capturan moléculas de  $\text{CO}_2$  del aire y con ellas sintetizan azúcares y fibras; a ese proceso se lo llama fotosíntesis. Como subproducto de esta síntesis se libera oxígeno.

Todos los organismos vivos (las plantas que fotosintetizan también) necesitan quemar azúcares para vivir. Para ello toman una molécula de azúcar y, con ayuda de oxígeno que capturan del aire, la rompen liberando la energía que almacenaba. Los pedazos en que quedó cortado el azúcar son moléculas de dióxido de carbono que es desechado a la atmósfera. A este proceso se lo llama respiración. El ciclo se cierra.



### Aumento del dióxido de carbono atmosférico en el último siglo



Concentración de  $\text{CO}_2$  atmosférico estimada a partir de burbujas de gas atrapadas en hielo continental antártico.



### Cálculo de la cantidad de bosques necesarios para disminuir en un 25 por ciento el dióxido de carbono atmosférico en un plazo de 15 años.

Lo primero es calcular cuánto de  $\text{CO}_2$  hay que secuestrar para regresar al promedio histórico del milenio.

El volumen de la atmósfera ( $V_a$ ) es superficie (la del planeta) por altura.

$$V_a = 4 \pi R^2 \times h$$

$$\text{Con } R = 6,4 \times 10^6 \text{ m, y } h = 1,5 \times 10^4 \text{ m}$$

$$V_a = 7,7 \times 10^{16} \text{ m}^3$$

O sea casi 8 trillones de metros cúbicos.

De eso 360 partes por millón son  $\text{CO}_2$ . Luego

$$V_{\text{CO}_2} = 2,8 \times 10^{15} \text{ m}^3$$

Cada metro cúbico de estos contiene 45 moles de  $\text{CO}_2$ , por lo tanto tenemos en total

$$n_{\text{CO}_2} = 1,25 \times 10^{17} \text{ moles}$$

Y cada mol pesa 44 gramos de modo que hacemos un peso total de  $\text{CO}_2$  de

$$P_{\text{CO}_2} = 5,5 \times 10^{15} \text{ kg}$$

De modo que el exceso de esto, una cuarta parte, representa

$$P_{\text{CO}_2 \text{ exc}} = 1,4 \times 10^{15} \text{ kg}$$

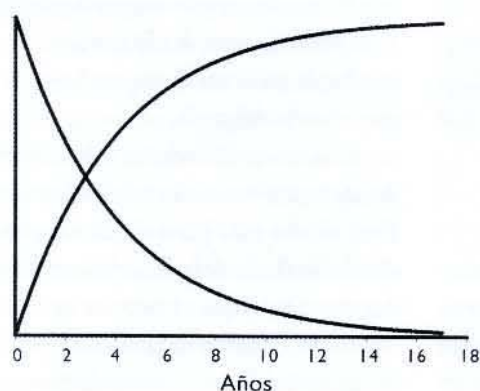
Ahora vamos a transformarlo en madera. A cada  $\text{CO}_2$  le sacamos un átomo de oxígeno y le metemos 2 de hidrógeno con lo cual reducimos el peso en un 68 por ciento, llegamos a un peso en madera de

$$P_{\text{mad}} = 10^{15} \text{ kg}$$

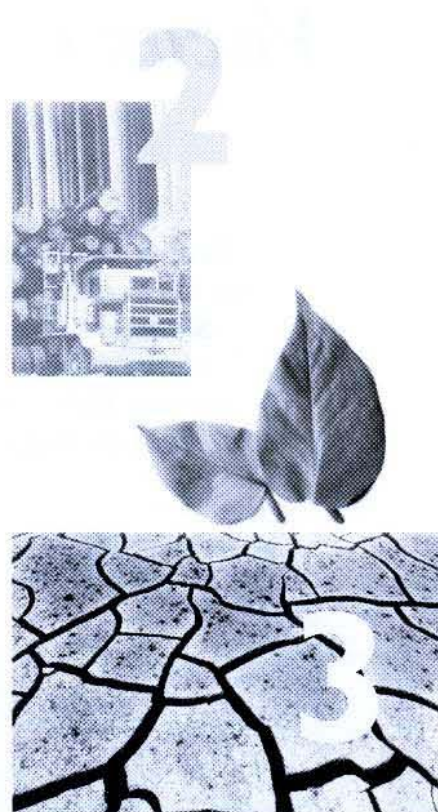
Supongamos que esa cantidad de madera se reparte entre árboles adultos de una tonelada. Eso hace una cantidad de árboles  $N = 10^{12}$  (un billón de árboles).

Dispongámoslos en bosques compactos con un árbol cada cuatro metros cuadrados y tendremos así un área (A) de nuevos bosques de cuatro billones de metros cuadrados o  $A = 4 \times 10^6 \text{ km}^2$ ; o sea, más o menos la superficie de la República Argentina, lo que representa cerca de un 4 por ciento de la superficie arbolable de la Tierra. Concluyendo, si entre todas las naciones se comprometen a forestar un 4 por ciento de su territorio, en 15 años podríamos aplazar el calentamiento global y retrotraer un siglo nuestra imprudencia.

### Tasa de intercambio de dióxido de carbono con la atmósfera durante el crecimiento de un bosque



La curva que desciende a cero asintóticamente representa la fijación neta de  $\text{CO}_2$ . Cuando el bosque alcanza su edad madura, se estabiliza próxima a cero. La biomasa del bosque está representada por la curva superior. El carbono fijado se halla en un 36 por ciento sobre la superficie y en un 64 por ciento debajo de ella.



nimiento de la biodiversidad, reciclado y movimiento de nutrientes, control de la gran mayoría de las plagas potenciales de la agricultura, provisión de belleza estética y estímulo intelectual para el espíritu humano, y muchos más. Igualmente, no sólo hay que preservar la naturaleza por sus beneficios, fundamentalmente hay que preservarla para evitar los perjuicios que su destrucción implica, entre ellos el calentamiento global.

A los efectos del calentamiento, la imagen de mero depósito es menos brillante y romántica que la de un pulmón viviente, pero la realidad es ésta y tal vez resulte la clave para la solución del conflicto. Si la inercia capitalista salvaje quiero mi millón de dólares a cualquier costa impide dejar de emitir  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, tal vez una buena organización y concientización logre secuestrar el gas liberado de otra manera, y la más barata es forestar, generar nuevos depósitos de  $\text{CO}_2$  fijado. Con todos los riesgos y cuidados que una forestación extensiva requiere, será seguramente mejor que quedarnos fritos. ■

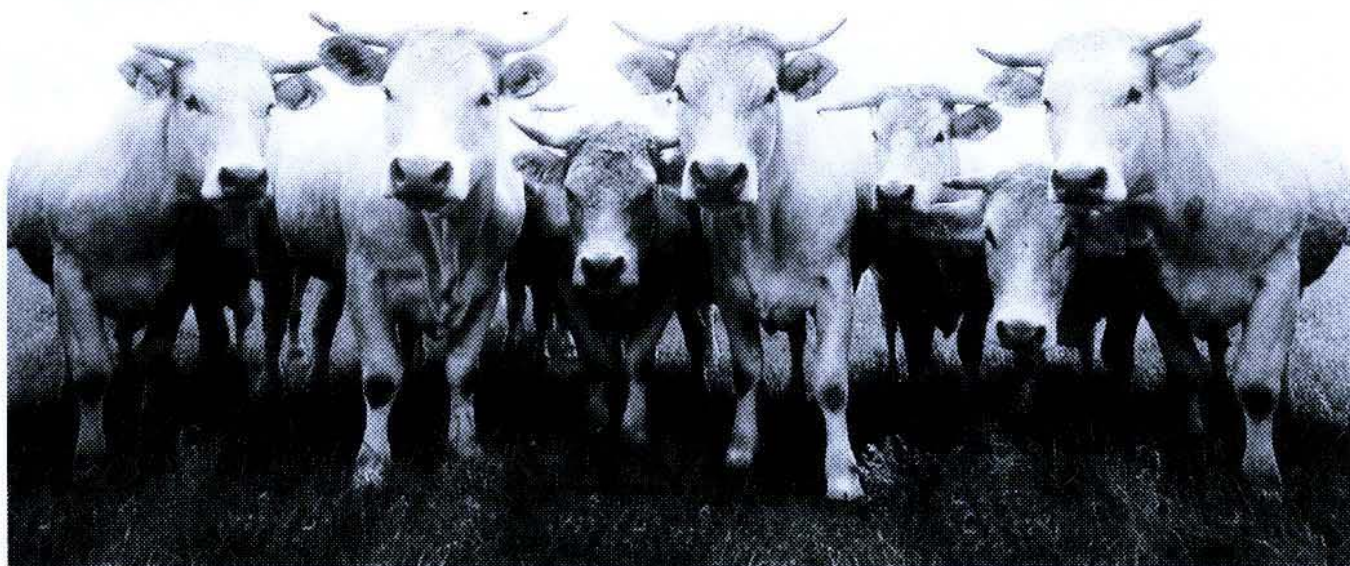


**Alfalfa resistente a suelos salinos**

# *Vacas en el* **desierto**

por S.G.

***Cuatro estudiantes de la materia Agrobiotecnología, que se dicta en la Facultad de Exactas, ganaron un premio de la Asociación de Semilleras Argentinas por un proyecto para crear una planta de alfalfa transgénica que puede crecer sin problemas en terrenos salinos. Esto permitirá ampliar las áreas de pasturas. Dado que el proyecto es viable económicamente, será incubado en la Facultad.***



Fabricar una planta de alfalfa que pueda crecer en terrenos salinos, y por ello improductivos, haría posible extender la ganadería hacia nuevas áreas del país. Éste es precisamente el proyecto, concebido por alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, que ganó un premio otorgado por la Asociación de Semilleras Argentinas.

Con esta propuesta, Romina Sellaro, Gabriela Soto, Juan Manuel Zaixo y Noelia Guzmán no sólo aprobaron la materia Agrobiotecnología, que dicta el doctor Alejandro Mentaberry en la FCEyN, y obtuvieron 1200 pesos de premio, sino que también tienen la posibilidad de convertir esa idea en un emprendimiento que será incubado por la Facultad.

“El proyecto de hacer alfalfa transgénica consiste en introducir un gen que le

daría tolerancia a suelos salinos. Y uno de los beneficios más importantes de esto sería el aprovechamiento de terrenos marginales, que tienen poca producción”, comenta Gabriela. Por su parte, Romina agrega: “A largo plazo trae también otros beneficios, porque las plantas extraerían la sal del suelo, y después de varios años de producir alfalfa, se podría realizar otro tipo de cultivo”. La eliminación de contaminantes y elementos perjudiciales del suelo mediante herramientas biológicas es lo que se conoce como biorremediación.

## **La clave la dio el tomate**

En un medio con alta salinidad, los vegetales, literalmente, mueren de sed, porque la sal impide que sus células puedan absorber el agua. Por ello, la idea de obtener plantas que puedan tolerar los terre-

nos salinos es algo que se viene buscando desde hace años. El primero que lo logró fue el argentino Eduardo Blumwald, quien trabaja actualmente en la Universidad de California, en Estados Unidos. Lo que hizo ese investigador, egresado de Exactas, fue insertar en la planta de tomate el gen con la información para fabricar una proteína que le confiere la tolerancia a la salinidad. Esta proteína tiene la capacidad de hacer que la planta acumule en sus hojas la sal que absorbe del suelo.

Una cuarta parte de los terrenos regados del mundo se están volviendo salinos. Esto es aún más grave en la Argentina, donde un tercio de la superficie es improductiva. Dado que el riego es una de las causas del aumento de la salinidad, es fácil imaginar que la proporción de estos suelos va a incrementarse en el futuro.



El gen que se introdujo en el tomate ¿va a funcionar bien en la alfalfa? Según explican Gabriela y Romina, que están a un paso de recibirse de biólogas, la alfalfa es una planta que ha sido muy transformada. De hecho ya existen dos o tres variedades transgénicas que todavía no han alcanzado el nivel comercial.

“El mercado potencial para este cultivo es bastante grande, un total de 700 mil hectáreas de suelo salino donde se podría plantar la alfalfa. Además, hoy esos terrenos están desaprovechados”, asegura Romina. El hecho es que las estudiantes, para presentar su proyecto, debieron realizar una investigación profunda acerca del mercado, y de los factores económicos que harán que el proyecto sea rentable. “La idea es ver qué zonas son favorables en cuanto a clima, y a posibilidades de criar ganado”, explica Gabriela, y detalla: “Las provincias principales son Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires, La Pampa, el norte de Río Negro, Entre Ríos, y Santiago del Estero”.

Además, comentan las estudiantes, “si tenemos el 20 por ciento del mercado, el negocio cierra. Y en el caso de que no nos vaya tan bien y tengamos sólo 8 por ciento, el negocio igualmente es rentable”.

### **Directo a la incubadora**

Si el productor maneja bien el campo, puede sembrar la alfalfa cada cuatro años. Pero, cada vez, deberá comprar las semillas nuevamente, porque la vaca come la planta antes de que dé el fruto.

La idea de las estudiantes no es vender directamente las semillas a los productores, sino obtener la alfalfa transgénica y transferirla a una compañía semillera, que se encargará de mejorarla, es decir aumentar su calidad como pastura, y luego la comercializará.

“Trabajamos con una alfalfa que no tiene calidad forrajera, sino que es buena para ser transformada, —explican las estudiantes— y la semillera se tiene que hacer cargo de mejorarla”. La calidad de una planta forrajera depende del tipo y cantidad de proteínas que contiene y que le proporciona a la vaca que la ingiere.

### ***Las plantas con resistencia al stress hídrico van a cambiar el panorama del país.***

“Si se puede disponer de una alfalfa de estas características, muchos suelos podrán ser rescatados y así será posible extender la frontera ganadera”, asegura el doctor Alejandro Mentaberry.

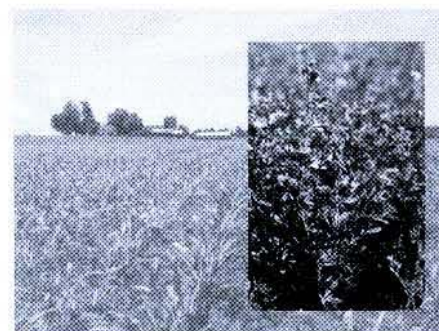
Por su parte, la doctora Ruth Ladenheim, subsecretaria de Vinculación e Innovación Tecnológica de Exactas, comenta que este proyecto podrá ser incubado en la Facultad. “Una incubadora es un lugar donde se ayuda a que los emprendimientos empiecen a funcionar, y se brinda ayuda, en especial, durante el inicio, donde la tasa de mortandad de las futuras empresas es muy alta”.

En otras universidades, en proyectos de este tipo, se ayuda a terminar una etapa de desarrollo, e incluso a comercializar el producto. La incubadora de Exactas está en proceso de formación. “Estamos elaborando el reglamento y los estatutos”, afirma Ladenheim.

En carpeta, además del proyecto de la alfalfa, hay una veintena de posibles emprendimientos que fueron propuestos en la materia Agrobiotecnología.

### **Un proyecto que cierra**

¿Cuánto tiempo llevará el desarrollo? Nueve años hasta obtener la línea comercial, comentan las estudiantes. Por su parte, Mentaberry agrega: “Ningún proyec-



to de este tipo lleva menos de diez años, debido a las pruebas a campo y de sanidad alimentaria”. Respecto de los costos, se calcula un total de 280 mil dólares.

Según el investigador, “el proyecto está prolijamente hecho y muy bien presentado. No tanto por la originalidad, pues son ideas que están flotando, sino porque cierra bien desde el punto de vista económico, que es lo que pedimos. Si no, no es un proyecto tecnológico. Es sólo una idea brillante. Hay ideas brillantes que son impracticables”.

El proyecto cierra bien. Esa también fue la opinión de los evaluadores externos. Si funciona, puede tener un impacto muy grande. No es la única estrategia posible. Hay muchas otras y se pueden combinar. “Cuando surjan las plantas con resistencia a stress hídrico, eso va a cambiar el panorama del país, de la agricultura en general, pero de la Argentina en particular. Va a haber una redistribución de la producción ganadera, se van a sacar las vacas de la pampa verde”, destaca Mentaberry.

El investigador considera que no va a haber problemas técnicos. Lo importante será determinar cuáles son los rendimientos. Y un tema fundamental es el manejo de los ecosistemas.

“No se puede correr la frontera agraria hacia sistemas silvestres desiertos sin pensar lo que se va a hacer. No somos muy conscientes del poder que tiene la biotecnología en este aspecto. Aquí se está saliendo al medio ambiente, y el impacto puede ser enorme”, advierte Mentaberry, y concluye: “La tecnología tiene siempre dos caras”. ■



Daniel Filmus

# Educando al soberano

por Armando Doria [mando@de.fcen.uba.ar](mailto:mando@de.fcen.uba.ar)

Fotos: Juan Pablo Vittori

*Fue Secretario de Educación de la Ciudad de Buenos Aires durante el mandato de Aníbal Ibarra, donde se resistió a implementar la Ley Federal. Después de una reconocida gestión, estaba listo para integrar la fórmula de reelección del Jefe de Gobierno como vice, pero apareció Néstor Kirchner y le ofreció el Ministerio de Educación. Con una agenda infernal que prácticamente lo mantiene en vuelo desde el 25 de mayo, Daniel Filmus*

*arrancó su gestión destrabando el conflicto docente en Entre Ríos al segundo día de su nombramiento. En esta entrevista, un repaso por la actualidad de la educación argentina y por los proyectos en carpeta.*



**-¿Cómo encontró el sistema educativo nacional?**

-Sin sorpresas, porque trabajo en él desde hace 20 años, como investigador del Conicet, y docente de la Universidad de Buenos Aires. Di clases en la mayor parte de las universidades del país, participé del Consejo Federal de Educación y, además, pasé los últimos años dirigiendo el sistema educativo de la Ciudad de Buenos Aires. Así que no me encontré con ninguna sorpresa.

**-Se supone que la falta de sorpresa tiene que ver con el estado de deterioro de la educación...**

-Efectivamente, hay muchas dificultades tanto de tipo cuantitativo como cualitativo. En primer lugar, hubo una gran expansión de la matrícula que no fue acompañada por un salto en la calidad,

lo que llevó a un deterioro notable. En segundo lugar, es un sistema muy heterogéneo y muy desigual. La Argentina probablemente no tenga uno de los peores sistemas educativos del mundo pero sí tiene uno de los más desiguales: hay mucha diferencia entre lo que sale sabiendo un chico de una provincia y un chico de otra, y la calidad diferenciada perjudica principalmente a los sectores económicos más bajos, que reciben la educación más deficiente.

**-¿Las diferencias más notables se dan entre la Ciudad de Buenos Aires y el interior del país?**

-Y también entre las provincias del centro y el resto del interior. De todas maneras, las últimas evaluaciones muestran a la Ciudad de Buenos Aires con una diferencia mayor que tiene que ver



con las condiciones socioeconómicas de sus habitantes y también con un sistema educativo más estable, con continuidad en sus políticas y con la posibilidad de jornada completa. La Ciudad de Buenos Aires ha mantenido la estructura de la educación básica con relación a la escuela media.

**-¿Cuáles son las principales políticas proyectadas en base a ese panorama nacional?**

-Hay algunas que son muy básicas, muy inmediatas y relacionadas a las deudas del pasado; por ejemplo, que todos los chicos tengan 180 días de clase anuales y 10 años de escolaridad obligatoria, como indica la Ley. Garantizar el piso mínimo nos parece fundamental. Después están los temas de orden cualitativo, relativos a que los chicos no sólo estén en la escuela sino que puedan aprender lo que el sistema educativo les promete. Para eso hay que mejorar mucho la capacitación de los docentes, las condiciones en el aula para los chicos, hay que mejorar la calidad del trabajo institucional, del trabajo de gestión.

**-Desde hace décadas se vienen anunciando cambios en las currículas, actualización de los programas de estudio...**

-La realidad es que la Argentina ha hecho muchos cambios en lo que tiene que ver con los documentos: hay leyes nuevas, transferencias de servicios, contenidos curriculares nuevos. Pero si uno va al cuaderno, el chico sigue haciendo lo mismo. Esto quiere decir que hay una diferencia entre todo lo que ha cambiado la superestructura respecto a lo que cambió la realidad del aula, y las cosas sólo cambian si cambian en el aula. Por ejemplo, los docentes sólo pueden enseñar aquello que saben. Y la realidad tampoco va de acuerdo a lo que los contenidos marcan y lo que el docente sabe. Esa brecha que hay entre los contenidos y los saberes es otro de los objetivos centrales a resolver.

**-Muchas provincias adoptaron las modificaciones determinadas por la Ley Federal de Educación, otras no. ¿Se proyecta unificar el sistema educativo?**

-En realidad, las diferencias no están sólo entre las provincias que cambiaron y las que no cambiaron, sino también entre las que cambiaron. Por ejemplo, cambió Buenos Aires y puso octavo y noveno grado en la estructura de la educación primaria. Córdoba puso el séptimo en la secundaria. Y cada jurisdicción interna de cada provincia tomó, a su vez, la estructura que prefirió. La Provincia de Buenos Aires, por ejemplo, tiene 32 formas de articulación entre el EGB y el Polimodal. Además, muchas provincias arrancaron con el cambio pero después no lo pudieron seguir por falta de presupuesto. La heterogeneidad es mucha.

**-¿Y de qué manera se planea resolverlo?**

-Nuestra intención es marchar a la unidad sin uniformidad. En el sistema educativo tenemos avances hacia transformaciones estructurales que son muy difíciles de volver atrás. Nadie le puede exigir a ninguna provincia que vuelva atrás con los cambios que hizo. De hecho, yo, como ministro de Educación de la Ciudad tampoco acepté la exigencia de pasar a una estructura que a Buenos Aires no le convenía para nada. Creemos que la unidad debe estar marcada por lo que los chicos aprendan, que es lo que le interesa a la Nación: que todos sean ciudadanos de la misma categoría, que todos en la misma cantidad de años aprendan lo mismo, independientemente de cómo llamen los niveles en cada jurisdicción. La idea es unificar el país a partir de los aprendizajes, lo que significa cambiar la concepción de educación que tuvimos hasta ahora.

***“Cualquiera puede ingresar a la universidad, entonces no tenemos discriminación en el ingreso; pero sí hay una discriminación en la permanencia.”***

**-¿Qué temas considera centrales respecto de la educación universitaria?**

-Estamos planteando algunos argumentos partiendo de la base de la autonomía y el cogobierno: de qué manera trabaja el Estado en el marco de universidades que se gobiernan a sí mismas y que tienen fuerte autonomía. Ahí nosotros estamos peleando tres líneas fundamentales: el mejoramiento de la calidad; la pertinencia, o sea cómo las universidades trabajan con respecto a las prioridades que el Estado fija como modelo de desarrollo; y el tercero es el tema de la deserción, que tiene que ver con la justicia social.

**-¿Cuál es la proporción de estudiantes que desertan?**

-De cada diez estudiantes que se inscriben en la universidad egresa solamente uno.

**-Muchas veces el tema de la deserción se ha utilizado para justificar la restricción de ingreso, para advertir sobre el costo supuestamente desproporcionado que insume la universidad al Estado...**

-A mí no me preocupa el costo por egresado sino que me preocupa el hecho de que los nueve que quedan en el camino probablemente pertenezcan a los sectores socioeconómicos más bajos, y de ahí el tema de la justicia social. Cualquiera puede ingresar a la universidad, entonces no tenemos discriminación en el ingreso; pero sí hay discriminación en la permanencia, y no es muy



distinto. Hay que generar políticas especiales para la contención dentro de la universidad, para resguardar la igualdad de oportunidades.

***“Tenemos un déficit muy serio: muchas universidades compitiendo por los mismos alumnos y repitiendo oferta tanto en grado como en posgrado.”***

**-¿Cuáles son las alternativas para avanzar sobre la calidad de la educación?**

-Con respecto a la calidad es muy importante la articulación de la universidad tanto con el nivel medio como con el sistema científico-tecnológico. La universidad está muy desarticulada en varias perspectivas. Está desarticulada como sistema: no hay sistema universitario. Un ejemplo son las universidades del conurbano bonaerense, que nunca se han sentado a discutir pese a que tienen la misma población neta, los mismos objetivos. Ahí tenemos un déficit muy serio: muchas universidades compitiendo por los mismos alumnos y repitiendo oferta tanto en grado como en posgrado. Entonces, no hay articulación entre las universidades, entre el sistema universitario y el científico-tecnológico, no hay articulación tampoco con el secundario. O la hay, pero son experiencias muy acotadas.

**-Usted anteriormente mencionó la autonomía y el cogobierno. ¿Cómo se proyectan políticas sobre una estructura autárquica como la universitaria?**

-El Ministerio de Educación es un ministerio complicado porque en la mayor parte de las áreas se encuentra atado a autonomías, jurisdicciones. Los sistemas educativos los dirigen las provincias, las universidades son autónomas, el sistema científico está regido por el Conicet, que también es autárquico. La única forma de conducir es con liderazgo, y en el mundo académico el liderazgo tiene que ver con la capacidad del Ministerio, que debe asociarse, compartir y plantear objetivos comunes.

**-En la última década se desarrollaron diferentes herramientas administrativas presupuestarias de incidencia en la universidad, como los subsidios o los incentivos, entre otras. En esos casos, ¿dónde está el límite entre la autonomía y la injerencia del Estado?**

-Con respecto a los aportes de recursos económicos, no creo que la universidad tenga algún problema en recibirlos.

**-Quizás se trate de discutir cuál es la mejor forma de distribuirlos.**

-Me parece bien que el Estado tenga formas de favorecer o desarrollar la investigación. Yo creo que el Estado tiene la autoridad, en común acuerdo con las universidades, de generar las condicio-

nes para que haya incentivos y mejorar la calidad de la investigación y de la docencia. El incentivo, bien entendido, me parece que es un mecanismo para favorecer a aquellos que con dedicación completa a la investigación pierden ventaja respecto al mundo privado. Los sueldos del Estado son mucho más bajos y la universidad no resiste esa competencia, por lo tanto pierde a sus mejores investigadores. Entonces hay que buscar incentivos para que no sea sólo la pasión por investigar lo que sostenga el sistema. También es fundamental generar concursos que permitan mejorar la investigación, por ejemplo a través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Nosotros hemos tomado bastante del modelo de Exactas, y por eso mismo Lino Barañao preside el directorio que está a cargo de la Agencia. Tiene que haber un núcleo en cada universidad, en cada facultad, que asegure que la educación universitaria no se transforme en un mero reproductor de lo que se genera en otro lado. Incluso en la educación media debería pasar eso: producir conocimientos, aunque no sean para la competencia internacional y sí muy vinculados a esa pertinencia de la que hablaba anteriormente.



**-¿Cómo definiría la problemática de la pertinencia?**

-Por ejemplo, si el país pretende un modelo de desarrollo, entonces las ciencias duras son importantísimas, pero los chicos eligen influidos por un mercado que parece marcar las reglas unilateralmente. Es importante que haya un mercado pero también que el Estado diga cuáles son sus prioridades.





**-Néstor Kirchner, en su discurso de asunción, cuando habló de educación universitaria y ciencia se refirió a potenciar la investigación aplicada.**

-Sí, porque es lo visible. Nosotros en nuestro discurso tenemos un sesgo más productivo, pero lo que hay que saber es que hay que mantener una buena proporción de ciencia básica. Además, la ciencia básica es el fuerte argentino, tanto en las duras como en las sociales.

**-En cuanto a la orientación de la matrícula, ¿qué políticas de común acuerdo con las universidades podrían llevarse adelante?**

-Si hay ciertas áreas que al Estado nacional le interesa desarrollar, por ejemplo, se pueden ofrecer becas para esas y no para otras. Esto no impide que nueve mil sigan queriendo estudiar psicología y 100 mil derecho. Esa incentivación dirigida se realiza en todo el mundo, pero acá a nadie se le ocurrió ponerla en práctica.

***“Si yo no tengo un modelo concreto de desarrollo de país, no tengo nada para decirle a las universidades.”***

**-Más todavía, la misma Universidad de Buenos Aires actúa a la inversa de esa lógica. Por ejemplo, sigue distribuyendo las becas de estudio en función de la matrícula, por lo tanto las facultades con más estudiantes son las que disponen de más becas.**

-Lo que sucede es que la matrícula se distribuye, en general, en función de la captación de más matrícula, porque significa más presupuesto, y no hay consideración alguna respecto de los inte-

reses regionales. Cuando en 1978 se desarrolló el llamado Proyecto Tacchini, se inició una polémica. La idea era crear la carrera de pesquería en Mar del Plata y en el sur la de petróleo, en Luján alimentación y minas en San Juan. El modelo central del nuevo diseño de esas nuevas universidades tuvo mucho que ver con cuál era el elemento productivo esencial de cada zona.

**-Sin embargo, todas terminaron priorizando las carreras tradicionales.**

-Claro, y se desnaturalizó el concepto inicial. Si bien algunas carreras con incidencia en los recursos locales se mantienen, la mayor parte de las universidades vuelcan sus esfuerzos a las más masivas, que son las que le dan más matrícula y, por lo tanto, más presupuesto.

**-También habrá que buscar razones en la depresión del sistema productivo, que le sacó interés al tipo de carreras relacionadas con recursos productivos.**

-Justamente. Y tiene que ver con lo que nosotros queremos discutir. Es verdad que si yo no tengo un modelo concreto de desarrollo de país, no tengo nada para decirle a las universidades. Más aún, sin modelo les diría que sean una buena universidad parking, y que cuanto más sigan los alumnos derecho, economía o psicología, comunicación social, mejor, porque son las carreras más baratas. De hecho, cuesta mucho menos un estudiante universitario que abrir un nuevo puesto de trabajo. Ahora bien, si yo dispongo de un modelo de país, tengo que empezar a definir, aunque sea en el marco de nuestra escasez de recursos, algunas señales que muestren objetivos de Estado con respecto a la for-

## FUGA

**EXACTAMENTE.- Existe una demanda recurrente por parte de las universidades respecto de los problemas que genera la formación deficiente de los estudiantes secundarios. ¿Es posible zanjar esa brecha a corto plazo?**

**Daniel Filmus.-** Para esos casos estamos financiando proyectos específicos universidad por universidad. Es que la universidad no se puede desentender del problema diciendo “¿qué quieren que haga si los chicos del secundario llegan de esta manera?”. Porque la educación media también dice “¿qué quieren que haga si los chicos llegan del primario de esta manera?”. Y los de primaria ya están diciendo lo mismo respecto del jardín y los del jardín respecto de la formación que los chicos traen de las casas. Hay una fuga hacia delante, una devaluación de las credenciales.



mación de determinados profesionales. Sin lugar a dudas no se puede llegar a ese objetivo sin la participación y el acuerdo de las universidades, pero me parece que cada universidad puede mirarse a sí misma, decir "nosotros somos fuertes en esto" y desarrollar políticas al respecto.

***"Yo nunca escuché a un presidente decir el discurso que dijo Kirchner, tomar medidas como las que se están poniendo en práctica. Llevo 20 años de democracia y no las vi."***

**-Este modelo de Ministerio, integrador con una política nacional activa, no es muy frecuente, y las universidades no están acostumbradas a trabajar de manera integradora. ¿Cuáles fueron las primeras respuestas de la comunidad académica?**

-Acá lo que cambia es el discurso de país. No es un problema lo que dicen las universidades frente al Ministerio de Educación. Acá hay posibilidades de algo distinto. Yo nunca escuché a un presidente decir el discurso que dijo Kirchner, tomar medidas como las que se están poniendo en práctica. No las vi. Llevo 20 años de democracia y no las vi. Hubo medidas claras con el tema de derechos humanos, frente a los acreedores internacionales, frente a las empresas que ganaron en los 90. Una cuestión es que la universidad utilice la autonomía como un mecanismo de defensa frente a gobiernos neoliberales y otra es la que se presenta ahora: la posibilidad de articular sus políticas con un Estado y utilizar la autonomía para defender la libertad de cátedra, de pensamiento y para defender una masa crítica que tenga que ver con el desarrollo autónomo y sostenido de un país más igualitario. Hay que tratar de cambiar toda una cultura que se ha formado a la defensiva, y con justa razón a la defensiva por miedo a los avasallamientos. De todas maneras, ya estuve reunido con el Consejo Interuniversitario Nacional, con los sectores de la ciencia y la tecnología y he tenido muy buena recepción, entre otras razones, porque hablamos el mismo discurso: yo soy profesor regular titular de la UBA y desarrollé mi carrera en el mundo académico investigando sobre el tema de la educación.

**-Con respecto a la integración, en la Ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, ¿no faltó acaso un proyecto en común con la Universidad durante su gestión en la Secretaría de Educación?**

-Buenos Aires fue la única ciudad que se mantuvo a contramano del resto de la educación nacional, y el crecimiento no sólo cuantitativo, sino también el importante crecimiento cualitativo, generó una articulación más avanzada con la educación universitaria. Además, desarrollamos jornadas anuales donde discutimos



con los docentes universitarios los contenidos que era necesario ajustar. A pesar de todo lo que falta hacer, considero algo muy importante que en un momento de crisis se haya avanzado de esa forma.

**-¿El Ministerio cuenta con el presupuesto para desarrollar los proyectos que tiene en carpeta?**

-Tenemos que avanzar por etapas. Si nosotros ejecutáramos todo el presupuesto destinado a educación significaría un avance importante, y después veremos la posibilidad de discutir un incremento. Esto último tiene que ver con las condiciones del país, con el crecimiento. Nosotros creemos que la educación debe ir incrementando paulatinamente el presupuesto, pero no se va a resolver de un día para el otro: es la dirección en la que hay que trabajar.

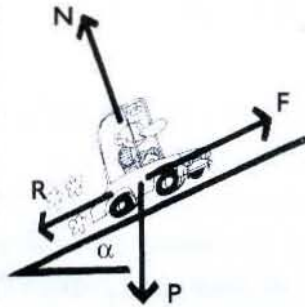
**-¿Cree que la batalla por más presupuesto será ardua?**

-Se puede pensar a través de un ejemplo. Nuestro país tiene 20 millones de pobres y un millón de universitarios. A la hora de pedir más recursos, es necesario convencer a todos los argentinos de que potenciar ese millón favorecerá a estos 20 millones. Ahora, si tenemos a la universidad mirando para otro lado, es natural que la gente que tiene hambre gane prioridad en la discusión. Pero si acá estoy investigando cómo resolver el tema del hambre, cómo resolver el problema de la salud y de la educación para estos 20 millones, estoy formando los mejores docentes, los mejores químicos y los mejores ingenieros, entonces tengo autoridad para pedir. Y lo mismo con el sistema científico tecnológico, que es más pequeño todavía. Es necesario que los resultados de la investigación vuelvan a todos y cada uno de los argentinos. ■



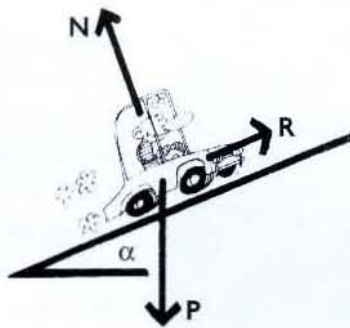
## La fuerza del motor

Acá otro tema sencillo y difícil; difícil y sencillo: la fuerza del motor. Pongámoslo en un escenario. Pensemos en un auto subiendo por una cuesta a velocidad constante. Jóvenes y adultos, maestros y estudiantes, profesores y albañiles pondrían la firma sobre el siguiente diagrama que representa las fuerzas que actúan sobre el vehículo mientras sigue ascendiendo, y donde **P** es el peso del auto, **N** es la fuerza con que lo sostiene el plano inclinado, **R** es el rozamiento con el pavimento y **F** la fuerza que hace el motor.

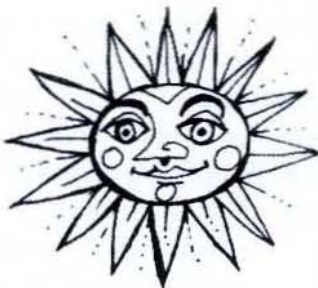


Sin embargo... el motor no hace fuerza sobre el vehículo. De hecho, ningún cuerpo puede interactuar consigo mismo. Ni un auto, ni usted ni nadie puede moverse por *motu proprio*. Todos necesitamos de un vecino, de otro cuerpo, para poder cambiar nuestra velocidad o para ponernos en movimiento si estábamos quietos. (Salvo los cohetes y algunos otros objetos muy desprendidos que lo logran a costa de una parte desechable de sus cuerpos). Por eso es que los astronautas salen a hacer su caminata matinal-espacial atados a la nave por un cordón de estilo umbilical. Sin este tipo de implemento, solitos y flotando en el espacio, de nada les servirían sus poderosos músculos en brazos y piernas: quedarían bailando la danza de la inercia esperando que los vengán a buscar.

El diagrama correcto para nuestro autito es el de la derecha. En efecto, lo que hace que el auto suba es la fuerza de rozamiento con el pavimento, que lejos de ir en contra del movimiento—como siguen insistiendo ejércitos de profesores—, va a favor del movimiento. Una vez, un estudian-



### Frases Imperdibles



*"Todo tiene su explicación natural. La Luna no es un dios sino una gran roca, y el sol es una roca caliente"*

Anaxágoras,  
Filósofo griego presocrático (500?- 428 a. C.)

te incrédulo me desafió irrespetuosamente de esta manera: "Oiga, profe, si lo que hace subir al auto es el rozamiento, ¿para qué el fabricante se gastó en ponerle un motor adentro?". Envalentonado por tamaña osadía, aproveché una distracción mía y arremetí: "Y además, don, si la fuerza del motor no es la que empuja el auto, ¿por qué no sube con el motor apagado y se ahorra la nafta?".

"Adorable criatura", comencé a explicarle sin perder la compostura, "el motor debe estar prendido y haciendo mucha fuerza porque su cometido es empujar el pavimento hacia atrás. Por su parte, la calzada responderá '¿tú me empujas hacia atrás? Entonces yo te empujo hacia adelante'. Pero no es que la calzada sea vengativa, es que no tiene más remedio que obedecer la Tercera Ley de la mecánica, también llamada de Acción y Reacción. Luego, uno se empuja hacia atrás y el otro hacia adelante. Pero la calzada es muy dura y maciza como para conmoverse, en cambio el auto no tanto, y termina subiendo", terminé.

Como se produjo un gran silencio, y sentí que estaba por derrotarlo, continué: "Haga una cosa, jovencito, tapice el pavimento de la pendiente con una gruesa película de grasa, aceite, o sea, intente anule todo rozamiento, y luego trate de hacer subir el auto. Ponga primera, ponga segunda, ponga un motor de fórmula uno, ponga lo que quiera, e inténtelo. Y no se confunda, mi'jo, madúrelo largamente: no venga en diciembre, lo espero directamente en marzo.

Nunca olvido mi rol docente. Odio que me consideren intolerante. ■

### HUMOR

por Daniel Paz





Un metal que está en todos lados

# La otra cara del aluminio

por Cecilia Draghi  
cdraghi@bl.fcen.uba.ar

*En mil y un objetos es posible hallar al aluminio gracias a sus múltiples virtudes. Aunque no se vea, este metal está en los aditivos agregados a cereales, quesos, así como en medicamentos. Sin embargo, su utilización no le es indiferente al organismo y lo más preocupante es que tampoco existen pautas de control en las diferentes fuentes de exposición, según revelan investigadores de Exactas.*



Liviano, dúctil, pero a la vez increíblemente fuerte, el aluminio reúne las virtudes soñadas para un metal. No en vano tiene múltiples aplicaciones. Es posible hallarlo en el papel de regalo, en utensilios de cocina o en la estructura de un avión. Aquí y allá vivimos en contacto directo con él, aunque a simple vista no lo parezca; también está presente en un té con limón y hasta en un antiácido u otros medicamentos de venta libre.

Sin embargo, su uso no resulta indiferente a los seres vivos. "No es inocuo. Si por razones farmacológicas, alimentarias, laborales u otras, se tiene acceso permanente durante un largo plazo es posible que afecte al organismo", destaca la doctora Alcira Nesse, del departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. "En principio altera el sistema nervioso, el óseo y, en menor medida, el sistema eritropoyético, que es el encargado de producir glóbulos rojos (eritrocitos). En este caso se lo asocia con la anemia", agrega la





doctora Graciela Garbossa, integrante del equipo junto con los licenciados Gladys Pérez, Daniela Vittori y Nicolás Pregi.

***Es tal su propagación que casi resulta una misión imposible dar con una célula que no contenga algún átomo de este metal, a pesar de que no tiene ninguna función conocida en el organismo.***

Nunca el hombre estuvo tan rodeado de este elemento. No porque no estuviera disperso en la superficie terrestre; de hecho, encabeza el ranking de abundancia relativa de metales en el planeta con un ocho por ciento. Si bien estaba diseminado por el mundo –y ya en Asia Menor, hace más de 6000 años, algunos de sus compuestos eran empleados en la elaboración de cerámica– hubo que esperar hasta fines del siglo XIX para que un método económico y sencillo permitiera separarlo de sus combinaciones. Recién entonces nació una era que lo tiene por protagonista. Este verdadero *boom* alcanzado por sus conocidas ventajas no se detiene. Es tal su propagación que casi resulta una misión imposible dar con una célula que no contenga algún átomo de este metal, a pesar de que no tiene ninguna función conocida en el organismo. De esto último se desprende que su incorporación pueda provocar toxicidad.

“El empleo generalizado de aluminio en nuestra sociedad constituye un riesgo latente de acumulación del metal en la población general”, coinciden los investigadores. Pero atención, esto no quiere de-

### PEOR CON CÍTRICOS

A la hora del té siempre está invitado el aluminio, y en mayor proporción si se le agrega limón. “El anión citrato favorece la incorporación intestinal del aluminio”, puntualizan las investigadoras. Cuando un pollo al horno con rodajas de limón es envuelto con papel de aluminio, no es raro observar luego de la cocción manchas oscuras en el envoltorio donde éste estuvo en contacto con el cítrico. “Es que su contenido disuelve el aluminio y lo mantiene en solución. De este modo es ingresado al organismo”, indica la doctora Graciela Garbossa. Siempre es conveniente tener presente que, como metal sólido, el aluminio no es tóxico, pero cuando logra disolverse o ser polvo puede ingresar al organismo. En este sentido, las especialistas advierten: “Afortunadamente, la mayoría de los alimentos no disuelve cantidades importantes del catión pero tanto el calor suministrado durante la cocción como la adición de soluciones ácidas y salinas aumentan considerablemente su disolución”.

cir que ingrese al organismo por el simple hecho de apoyarnos en una baranda o estar rodeados de carpintería de este material. “Su incorporación sólo es posible cuando logra disolverse en medios ácidos o alcalinos en el caso de ciertos alimentos (ver recuadro “Peor con cítricos”) que intensifican sus posibilidades de in-

corporación al cocinarse por efecto de calor”, subrayan.

También se incorpora al cuerpo al inhalar polvos, vapores o humos, en el caso de trabajadores en minas, imprentas o fundiciones. Este extendido uso industrial genera residuos que llegan a los más diversos sectores a través de los efluentes y por vía indirecta puede acumularse en el organismo. Tampoco falta como coadyuvante en vacunas contra difteria, tétanos, hepatitis, rabia y ántrax y en soluciones intravenosas y parenterales. “Se desconocen los límites de seguridad para la ingestión oral o administración endovenosa de compuestos de aluminio, y la circunstancia más preocupante es que tampoco existen pautas indicativas del control del metal en las diferentes fuentes de exposición”, resaltan.

***“Aunque esta relación todavía es motivo de controversia, no se puede ignorar la participación de la intoxicación aluminica en el desarrollo de severas manifestaciones neurológicas”***

El cerebro, por ejemplo, es uno de los sitios donde se aloja el aluminio, independiente del modo en que haya ingresado al cuerpo. Pérdida de memoria así como de curiosidad, temblores, convulsiones pueden revelar su presencia neurotóxica. Y en niños pequeños es posible detectar una regresión de las aptitudes verbales o motoras.

Tampoco faltan estudios epidemiológicos que lo vinculan al Mal de Alzheimer. “Aunque esta relación todavía es



motivo de controversia, no se puede ignorar la participación de la intoxicación aluminica en el desarrollo de severas manifestaciones neurológicas", indican.

Este metal también encuentra cabida en los huesos. Prueba de ello son las biopsias óseas que delatan su presencia. Y, además, no escapan a su influencia diversos trastornos hematológicos como la anemia. En este aspecto —poco estudiado a nivel mundial y que está relacionado con el sistema eritropoyético, o de generación de glóbulos rojos— es donde centró su mirada este equipo de investigación a cargo de la doctora Nesse.

### Más de veinte años en la mira

Hace más de dos décadas, Nesse, apasionada por la química, no ocultó desde un principio su atracción por ese laboratorio que todos llevamos auestas: los riñones. Cuando estos depuradores del organismo no funcionan de modo adecuado, no pueden deshacerse de ciertas sustancias que se amontonan peligrosamente. "En el Instituto Lanari empecé a trabajar con pacientes renales terminales, que por su propia dolencia padecían anemia que se agravaba aún más cuando eran sometidos a hemodiálisis", recuerda. En este proceso se extrae sangre del cuerpo y se bombea al interior de un aparato que filtra las sus-

tancias tóxicas supliendo al maltrecho sistema renal. Para esta tarea el equipo empleaba agua corriente. Pero hete aquí un detalle que en ese entonces no se tenía en cuenta. "Durante el proceso de potabilización del agua se usa sulfato de aluminio, que siempre deja restos. Y en este caso ingresaba al organismo cuando la sangre era purificada", describe Garbossa.

Pero además, "estos pacientes, por su desequilibrio metabólico, acumulan una alta proporción de fosfatos. Para contrarrestarlos se les daba, con criterio farmacológico, hidróxido de aluminio", agrega. Pero estas dos vías comenzaron a llamar la atención "cuando comenzó a asociarse al aluminio con trastornos neurológicos como "demencia aluminica", y con problemas óseos o hematológicos. Entonces se tomaron precauciones con el agua con la que se preparaba el líquido de diálisis, y comenzó a disminuir la frecuencia de algunos síntomas", relatan. Una vez relacionado este metal con diferentes alteraciones, el equipo se abocó a estudiar su efecto en el sistema eritropoyético.

Los glóbulos rojos son las células cargadas de hemoglobina que permiten transportar oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos de todo el cuerpo. La disminución en su concentración es conocida como anemia. Esta consecuencia fue sufrida por ratas de laboratorio con problemas renales que bebieron soluciones de aluminio. Lo mismo comprobaron luego en animales sanos que recibían sobrecarga de aluminio vía oral. Las imágenes obtenidas por microscopio electrónico de barrido indicaban que el aspecto o morfología de los glóbulos rojos no era el normal.

Debido a la complejidad y a los numerosos factores que pueden influir en un ser vivo, se limitaron en el paso siguiente a descifrar en una sola línea celular (K562) cómo este metal estaba afectando la síntesis de hemoglobina y por ello producía anemia.

## ¿DÓNDE ESTÁ?

Aunque no sea visible, el aluminio está contenido en numerosos alimentos. "No sólo en su manufactura sino también durante el almacenaje en contenedores como latas y envoltorios", explican las investigadoras. En mayor proporción se halla en los aditivos agregados a cereales, quesos procesados y sal, así como en el procesamiento industrial de conservas de frutas y cerveza, o en polvos de hornear, conservantes y agentes emulsificantes alimentarios.



En medicamentos de vía oral es posible hallarlos en algunos suplementos de calcio, y el acetilsalicato de aluminio que es el analgésico y antipirético de elección para quienes la aspirina ocasiona irritación de la mucosa gástrica. Los antiácidos contienen dihidroxiglicinato, dihidroxialantoinato o hidróxido de aluminio y "su ingestión cotidiana constituye una de las mayores fuentes del metal", destacaron.

En antitranspirantes también está presente. "Se ha comprobado que esos compuestos pueden atravesar la barrera de la piel", indicaron.

### LA PRUEBA DE LA OLLA

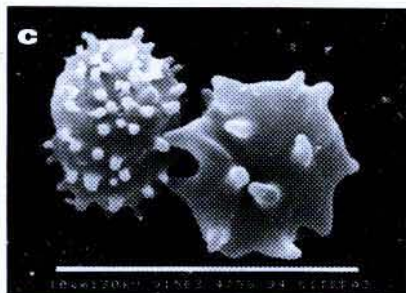
Un estudio en Brasil con chicos desnutridos que asistían a comedores populares mostró mejores resultados a la hora de analizar su sangre en aquellos que recibían comida cocinada en ollas de hierro en vez de aluminio. "Los primeros incorporaban hierro a través de los alimentos y no estaban tan anémicos. En tanto los otros ingerían aluminio que encima le impide la absorción de hierro, sumando factores en su contra que favorecían la anemia", explica la doctora Graciela Garbossa.



## NO ES FÁCIL DESHACERSE DE ÉL

Mariano sació su sed. Efervescente y fría la gaseosa calmó su deseo casi de inmediato, y arrojó la lata vacía de aluminio a un cesto, sin saber quizás que este envase no sólo lo sobrevivirá a él sino también a sus bisnietos. “En términos de contaminación ambiental es importante resaltar que desechar una lata significa generar un residuo por casi 500 años”, indican las investigadoras en la publicación electrónica [www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar](http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar). Pero, si se la recicla, se reduce en un 95 por ciento la contaminación ambiental generada durante su fabricación y requiere menos del 10 por ciento del consumo eléctrico necesario para obtenerlo.

## CÓMO EL ALUMINIO MODIFICA LA FORMA



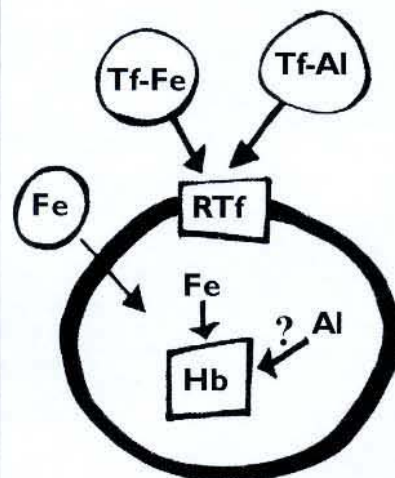
En la imagen (a) se muestran eritrocitos humanos normales. En las fotos (b y c) se pueden observar las variaciones de forma inducidas por aluminio.

## Duelo de metales

Las células K562 –originadas en un tumor– pueden reproducirse en el laboratorio casi eternamente y “presentan la capacidad de diferenciarse por la acción de distintos inductores y sintetizar hemoglobina”, señala Pérez. Para esta tarea requieren hierro, que habitualmente es transportado a bordo de la molécula denominada transferrina. “Ésta también puede llevar aluminio y el receptor que le abre la puerta a nivel celular no distingue entre uno y otro, según pudimos comprobar”, agrega. De modo que el duelo de metales es ineludible, tal como grafica Nesse: “Un vehículo viene cargado con hierro y otro con aluminio. Ambos cuentan con pasaporte o contraseña para sortear el ingreso celular. Los dos competirán por hacerlo, gana uno u otro, según la cantidad presente”. Pero el resultado no es el mismo si lleva la delantera el aluminio. “Cuando esto ocurre, disminuye la síntesis de hemoglobina porque interfiere en la captación de hierro. Estos resultados se relacionan con lo observado en pacientes renales con agravamiento de la anemia y también en los animales que habían sido sobrecargados por vía oral con aluminio”, precisan.

La investigación abarcó una nueva rama al intentar observar qué pasaba con

## DUELO DE METALES



El aluminio (Al) comparte con el hierro (Fe) la proteína de transporte transferrina (Tf). Por lo tanto, compiten por su ingreso a las células a través de los receptores (RTf). En consecuencia, la célula se ve obligada a activar otras vías para captar el Fe que necesita. Es posible que el Al interfiera también en los procesos de utilización intracelular de Fe por ejemplo para la producción de hemoglobina (Hb).

esos glóbulos rojos que circulan por el torrente sanguíneo si son sometidos a dosis de aluminio. ¿Qué hicieron? “Nos extrañamos sangre –relata Vittori– y la sometíamos a compuestos aluminicos para determinar si también alteraban a los glóbulos rojos ya formados. Y detectamos que se registraban modificaciones”.

Por distintos caminos, el equipo comprobó que el aluminio alteraba el sistema eritropoyético. Actualmente continúan adentrándose en el mundo intracelular para desentrañar los mecanismos más complejos por los cuales es incorporado este metal. Saber qué sucede allí adentro, en el interior de la célula, ante la presencia de aluminio, resulta sin duda clave en estos tiempos de esplendor de este metal. Y concluyen: “Desde su industrialización, que lo ha convertido en un *boom*, cada vez estamos más en contacto con el aluminio, que no es inocuo para el organismo”. ■



Comunicación con extraterrestres

# Fabio Zerpa ¿tiene razón?

por Guillermo Mattei\*  
gmattei@df.uba.ar

*Fabio Zerpa tiene razón: hay marcianos  
entre la gente.  
No sé qué quieren ni de dónde son, ni  
qué hacen aquí en la Tierra.  
Pero de algo estoy seguro: que están  
copando el mundo a traición.  
Lo dijeron por televisión, yo ya lo  
sabía de antes.  
Estoy pensando en una invasión y lo  
repito a quien me escuche.  
Pero eso ya no me importa, si tengo  
una buena torta soy feliz.*

"Fabio Zerpa tiene razón", del disco  
*Hotel Calamaro*  
(Adrés Calamaro, 1984)

¿Qué resulta de batir un cóctel mezclando las condiciones permitidas por las leyes físicas para los viajes interestelares y las quimeras de los seres inteligentes, tanto de terrícolas como de los que eventualmente vivan en otros mundos?

Por un lado, la naturaleza responde a idénticos mecanismos así en la Tierra como en el cielo. A saber, Einstein –y quizás algún otro científico brillante de planeta remoto– descubrió que no existe móvil alguno que pueda viajar a mayor velocidad que la de la luz. A su vez, los astrónomos locales –y quizás algunos otros de alejados mundos– comprueban experimentalmente que las distancias, aun entre estrellas próximas, son inimaginables para las escalas de la experiencia sensorial de los seres vivos.

Por otro lado, es lógico suponer que todo viajero espacial, cualesquiera sean los puntos del espacio que pretenda unir, seguramente preferirá que un viaje interestelar no dure más que el intervalo típico de la plenitud intelectual de su vida.

Lograr que este cóctel tenga un gusto siquiera aceptable no sólo para los humanos sino también para humanoides, alienígenas, invasores el espacio, *etés*, homrecitos verdes o como se los bautice el día que se los encuentre, no es nada sencillo.

## 2001. Odisea del espacio

Un viaje interestelar, con boleto de ida y vuelta, entre la Tierra y *Próxima Centauri* –nuestra estrella vecina más cercana–, implicaría una distancia equivalen-





## El vuelo

Los cursos de física elemental enseñan que las naves espaciales logran acelerar por la reacción que aportan sus gases de salida. Considerando que una parte de la energía involucrada en este proceso se la llevan las partículas en retroceso, la eficiencia de vuelo aumenta en la medida que la velocidad con que la nave avanza sea similar a aquella con que retroceden los gases de salida. En este marco conceptual, los combustibles capaces de alimentar a hipotéticas naves interestelares podrían ser de tres tipos: químico, nuclear y fotónico.

El propelente de tipo químico es el que, hasta el momento, permitió al hombre enviar naves y artefactos al espacio. En este caso, los científicos saben que la tasa de conversión de masa combustible en energía de movimiento es baja, la velocidad de los gases de escape también y la velocidad de la nave no pasaría de una cien milésima de la de la luz. "El modelo de cohete con motor químico es ideal para todo terreno en las vecindades del sistema solar", diría una hipotética propaganda comercial de naves interestelares.

En el caso de motores espaciales que aprovecharan la energía liberada mediante reacciones nucleares, la eficiencia mejoraría y la nave viajaría tan rápido como un décimo de la velocidad de la luz. "Ida y vuelta hasta el borde del Sistema Solar en nuestras naves nucleares", diría la publicidad de una agencia de viajes del siglo XXIII.

En base a lo anterior, si lo que todo viajero interestelar pretende es que la nave se mueva a una velocidad cercana a la de la luz y que la eficiencia sea máxima, entonces el rol de los gases de salida lo deberá cumplir... ¡la luz! La luz, aunque parezca increíble, también tiene propiedades parecidas a la materia ordinaria y, por ejemplo, puede empujar. Bajo esta idea, sería posible diseñar un motor espacial capaz de funcionar como los aceleradores de partículas mediante los cuales los componentes subnucleares de la materia producen fotones después de chocar entre sí. "Si una clase de partículas materiales interactúa con la otra clase de partículas catalogada como la de sus antipartículas, entonces ambas se aniquilan emitiendo principalmente fotones luminosos de tipo gama", diría un físico en tono técnico.

Lamentablemente, los motores químicos y nucleares no le permitirían a un ser humano, o a un extraterrestre con parecidas expectativas de vida, alcanzar las estrellas próximas en el lapso de su vida, y los fotónicos demandarían muchos millones de toneladas de antimateria.

De todas maneras, tanto para los humanos como para los hipotéticos habitantes inteligentes de *Epsilon Eridani*, valen las mismas consecuencias de lo que los físicos llaman *las leyes de conservación del momento y la energía*: aquellos vehículos que se desplazan con sus propios recursos por el espacio son poco eficientes cuando se les exige viajar a una velocidad cercana a la de la luz.

Sin embargo, los cálculos teóricos demuestran que la eficiencia óptima de vuelo interestelar la logra un sistema de navegación espacial, propuesto en la década del 60, denominado *ramjet estelar*. La ventaja del modelo ramjet es que no incluye tanque de combustible, simplemente recolecta continuamente hidrógeno interestelar, lo somete a reacciones termonucleares en su interior y expulsa los productos a velocidades aumentadas. Mientras el medio interestelar sea denso en hidrógeno, todo bien, si no...

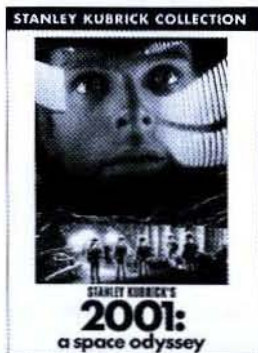


te a unas ciento dieciséis mil millones de idas y vueltas entre Buenos Aires y Mar del Plata. Si la nave empleada acelerara y desacelerara en la misma magnitud que la gravedad en la superficie de la Tierra—unos treinta y seis kilómetros por hora cada segundo—, el viaje demandaría diez años a los tripulantes pero, por mandato de la teoría de la relatividad general, veinticuatro para los de la torre de control. Sin embargo, *Próxima Centauri* no tiene una *Tierra* orbitándola: los planetas extrasolares más cercanos giran alrededor de *Epsilon Eridani*, que queda a "sólo" dos veces y media la distancia a la que se encuentra nuestra estrella más próxima.

Con imaginación y cálculos, los físicos muestran que para viajar entre dos estrellas próximas en una nave de doscientas toneladas de peso, que se mueva a una velocidad equivalente al noventa y nueve por ciento de la velocidad de la luz, con un motor de eficiencia máxima, que frene en su destino y que repita la maniobra para regresar a su casa, necesitaría disponer de una energía que sumaría más de mil veces el consumo eléctrico anual de toda la Tierra. Esto es mucho, tanto para el presupuesto de la NASA como para el de los eventuales vecinos que habitarían alguno de los planetas de *Epsilon Eridani*. Viajar por el espacio interestelar es una empresa más que faraónica para cualquiera.

La física del vuelo interestelar (ver recuadro "El vuelo...") universaliza la imposibilidad de viajar con cohetes a sistemas planetarios alejados, utilizando un siste-





ma de propulsión independiente y a velocidades cercanas a la de la luz. El contacto directo entre civilizaciones, suponiendo que sea posible, solo puede realizarse tras haber establecido una intercomunicación previa y una logística mancomunada (Ver recuadro "Un viaje a...").

Aquello que la ciencia aporta al tema del contacto con otros mundos redondea un colosal dato del patrimonio cultural de la humanidad: hasta el momento —y mal que le pese a los escaladores *new age* del cerro Uritorco— no hay pruebas de visita extraterrestre a la Tierra. Esta aseveración no constituye un argumento contra la existencia extramuros de otras civilizaciones sino que, simplemente, dice: "aún no hay pruebas".

## Contacto

Desde que Guillermo Marconi emitiera la primera transmisión de radio, la civilización humana no tiene manera de ocultar su existencia. Esas señales, portadoras de un mensaje organizado y lógico, en estos momentos deben estar pasando por el mojón que indica noventa años luz de distancia de nuestro planeta. En la actualidad, muchos radiotelescopios distribuidos en la superficie de la Tierra envían mensajes de nuestra civilización y escudriñan el espacio a la caza de alguna evidencia de vida extraterrestre inteligente.

## Un viaje a la Luna

La manera de impedir en los cohetes el despilfarro de energía de los gases de salida es *apoyarse sobre la Tierra*. Esta idea no es inédita: Julio Verne *lo hizo*. En la célebre novela *De la Tierra a la Luna* (1865), un cañón gigante fijo a la Tierra actuaba como lanzadera para la nave-proyectil. Debido a la gran masa de la Tierra, la energía de retroceso transferida es despreciable, como en el caso de un auto que corre por una autopista de pavimento rugoso cuando se asocia, en algún sentido, a la Tierra toda (sobre hielo no podría). "Cuanto la nave mejor transfiriera su momento de retroceso, menos malgastará la energía disponible para moverse", en palabras de especialista.

En esta idea de *empujar* contra la Tierra sólida, científicos soviéticos de la década del 60 especularon alrededor de una hipótesis interesante: usar la presión que ejercería un potentísimo haz láser de rayos X de manera análoga a aquella que provocaría el retroceso de un bombero calzado con patines cuando apunta el chorro de su manguera contra una pared. Tanto sobre la nave como fijos a

la Tierra, el láser y sofisticados espejos se encargan de impulsar el vehículo y, además, los cálculos demuestran que la eficiencia de este sistema es alta cuando las velocidades de la nave se acercan a la de la luz.

Sin embargo, aún en esta universal



perspectiva pesimista (Ver recuadro "El Vuelo...") que reserva la planificación de vuelos interestelares, hay especulaciones sobre maneras posibles de encarar un viaje entre dos estrellas (de acá para allá o de allá para acá). La nave inicia su viaje acelerando a una fracción

de la velocidad de la luz mediante combustible nuclear. Luego, un haz láser de rayos X —ligado al planeta de partida— acelera la nave hasta una velocidad próxima a la velocidad de la luz. Al pasar por nubes interestelares densas el comandante activa la propulsión ramjet (algo así como *pasar de gas a nafta*). Llegando a destino, la desaceleración de la nave debe estar necesariamente a cargo de los anfitriones mediante el empleo de otro láser. La vuelta a casa sigue un proceso similar.

Pero, ¿cómo asegurarse de que vale la pena tirar la botella al mar? En 1961 —en Green Bank (Virginia Oeste, Estados Unidos)— y en 1971 —en Byurakan (República Armenia)— dos históricas cumbres multidisciplinarias de científicos (Sagan, Drake, Morrison, Ambartsumian, Shklovsky, Ginzburg, Dyson, Minsky, Crick, entre otros) construyeron una respuesta: la ecuación de Drake.

La pretensión de esta sencilla (matemáticamente hablando) ecuación es la de estimar el número  $N$  de civilizaciones

extraterrestres capaces de comunicarse con terrícolas. Para hacer la cuenta, hay que multiplicar ocho números:  $R \times f_s \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$ .

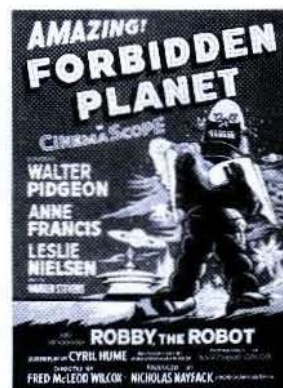
$R$  describe el ritmo de formación de estrellas en la galaxia.  $f_s$  es la fracción de estrellas que podrían ser *soles* apropiados —ni muy chicas ni muy poco longevas— capaces de coexistir con un sistema de planetas propio.  $f_p$  es la fracción de estrellas tipo sol que efectivamente tienen planetas.  $n_e$  es el número medio de planetas ubicados en órbitas habitables (por ejem-



plo, aquellos en los cuales el agua líquida es una sustancia estable).  $f_l$  es la fracción de los anteriores planetas en los que la vida efectivamente se desarrolla.  $f_i$  es la fracción de los anteriores planetas en los que, una vez originada la vida, hay evolución hacia algún tipo de vida inteligente.  $f_c$  es la fracción de las anteriores especies inteligentes en condiciones de desarrollar la habilidad y el deseo de comunicarse con otras civilizaciones.  $L$  es la cantidad media de años de duración de la historia de la alta tecnología de comunicación de las anteriores civilizaciones.

Los astrofísicos han determinado aceptablemente los valores de los tres pri-

meros números: veinte por año serían las estrellas que se forman en la galaxia, una de cada diez serían aptas como soles y uno de cada dos soles tendrían planetas. Sin embargo, los valores numéricos del resto de los factores generan mayor controversia. Un ejemplo (antropocéntrico solo por claridad): si lo usual en la Vía Láctea fuera que solo un planeta estuviera ubicado en la zona ecológica; si uno de cada dos de los anteriores planetas desarrollara la vida; si todos los anteriores planetas albergaran vida inteligente; si uno de cada dos de las anteriores civilizaciones desarrollara herramientas sofisticadas de comunicación y su historia tecnológica fuera aproximadamente de cien años; entonces la cuenta dice que habría solo veinticinco civilizaciones en la guía telefónica (radiofónica) de nuestra galaxia. Dado que los últimos factores de la ecuación de Drake son científicamente controversiales, el número esperado puede oscilar entre uno (estamos solos) y alrededor de un millón de vecinos entre las cuatrocientas mil millones de estrellas de la Vía Láctea.



### Planeta prohibido

Sin embargo hay dos números que conducen a una paradoja: los quince mil millones de años de la edad del universo y los (aproximadamente) cien años de antigüedad de nuestra historia como civilización tecnológica. Si las eventuales civilizaciones dispersas por el universo tuvieran una duración de su etapa de alta tecnología parecida a la nuestra y un ritmo de aparición en la escena cósmica de tipo exponencial, entonces —cuenta que involucra ambos números mediante— las civilizaciones extraterrestres que actualmente tienen a la Tierra en su mira serían tantas como un diez seguido de icuarenta y tres millones de ceros! Un número ridículamente grande, teniendo en cuenta que todas las partículas elementales del universo son tantas como un diez seguido de ochenta ceros. El famoso físico italiano Enrico Fermi alguna vez argumentó: “si hubiera tantos mundos habitados sería tan normal recibir sus radiomensajes como lo es la salida y la puesta del Sol”. Sin embargo, después de veinte años de búsqueda organizada y meticulosa, el silencio es sobrecogedor. Este gran mutismo universal plantea la llamada *paradoja de Fermi*: “Un mundo sin milagros parece increíble pero es real”.

Por ahora, Fabio Zerpa no tiene razón. ■

• Asistente de la Coordinación de los Laboratorios Básicos de Enseñanza del Departamento de Física - FCEyN

### Las películas de los subtítulos

#### ■ 2001. Odissea del espacio (1968)

Un clásico del tan talentoso como obsesivo Stanley Kubrick, basado en la novela de Arthur Clark. Bellas imágenes (recordar la pluma fuente “bailando” en el vacío), misticismo y excelente música.

#### ■ Contacto (1997)

Dirigida por Robert Zemeckis —el de Forrest Gump— y basada en la novela de Carl Sagan. Además de un inteligente despliegue científico-teórico, cuenta con un ángel como Jodie Foster en el reparto.

#### ■ Planeta prohibido (1956)

Filmada en cinemascopio, fue un boom de los 50. Con Leslie Nielsen y Anne Francis embutida en su mini traje espacial. Uno de sus protagonistas, el robot Robbie, marcó un hito en la iconografía de la ciencia ficción (con sólo verlo se dará cuenta por qué).

#### ■ El vuelo del navegante (1986)

Dirigida por el no muy público Randal Kleiser, es la historia de un chico perseguido por la NASA tras una supuesta abducción.

#### ■ Un viaje a la Luna (1902)

Del genial pionero del cine Georges Méliès. Se considera el primer film con efectos especiales (no es raro considerando que Méliès, antes que cineasta, fue un mago exitoso). La ya clásica imagen de la luna con un cohete en un ojo pertenece éste film.



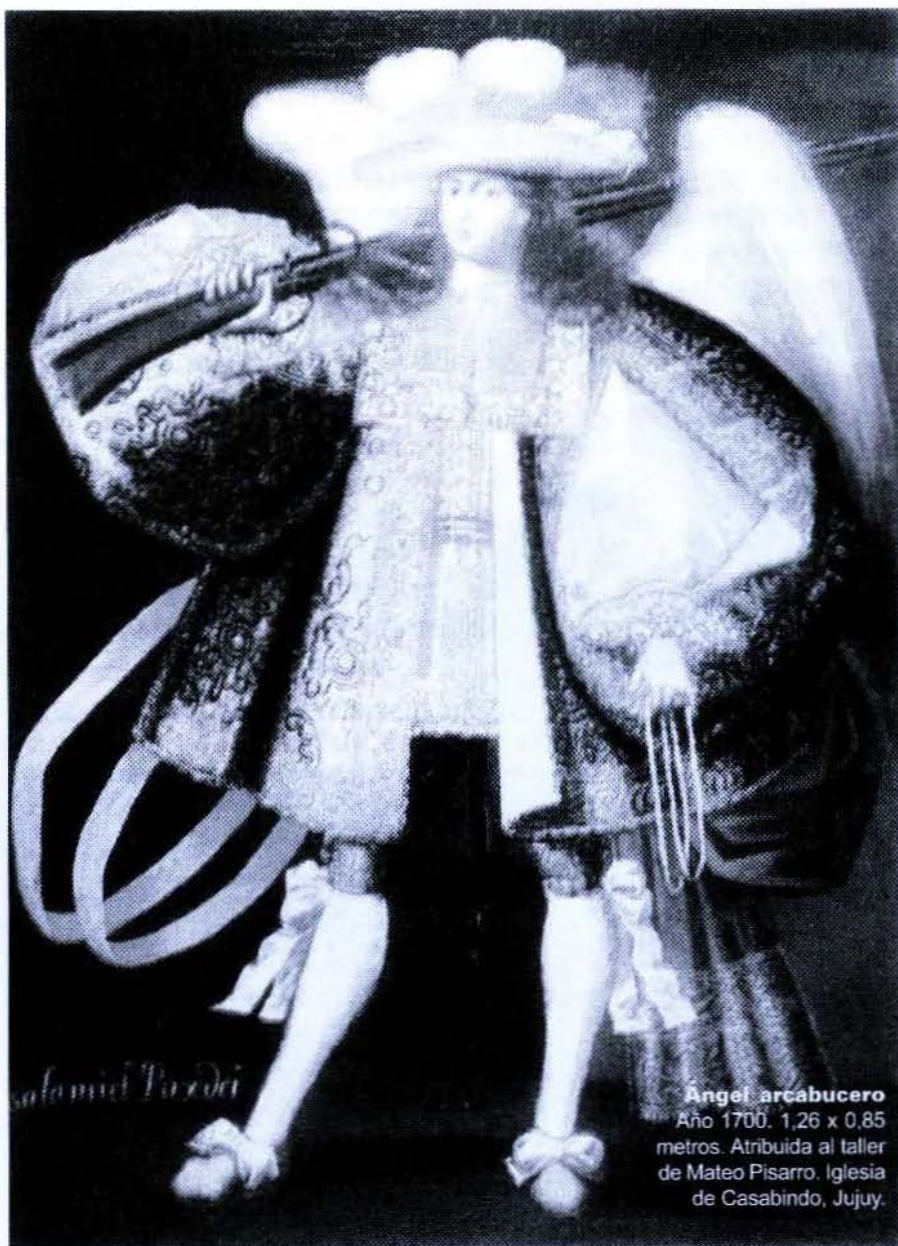
# Lo que refleja

*Un equipo interdisciplinario formado por químicos, historiadores del arte y restauradores no sólo aporta una base científica a la tarea de restauro y conservación de obras artísticas, sino que también brinda información valiosa acerca de la pintura colonial en Sudamérica.*

El arte y la ciencia parecen dos áreas de la actividad humana separadas por abismos insalvables. En una predominan los sentidos y las emociones. La otra es terreno exclusivo de la razón. Sin embargo, hay momentos en la historia en que ambos dominios concuerdan.

En efecto, desde hace algunos años, un equipo de químicos ha comenzado a trabajar junto con historiadores del arte y restauradores. El grupo, creado en 1988, ha estado dirigido por la doctora Alicia Seldes, profesora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) —fallecida en enero de 2003— y el doctor José Emilio Burucúa, profesor en la Facultad de Filosofía y Letras (FFyL), ambas facultades de la UBA.

El propósito inicial fue muy concreto: restaurar y conservar un conjunto de pinturas del siglo XVII que se hallaban dispersas en capillas del noroeste argentino. Para ello era necesario averiguar cuáles habían sido los materiales empleados para producir esas obras. “El proyecto se llamó Tarea, y era un taller de restauro



**Ángel arcabucero**  
Año 1700. 1,26 x 0,85 metros. Atribuida al taller de Mateo Pissarro. Iglesia de Casabindo, Jujuy.

creado por la Fundación Antorchas y la Academia Nacional de Bellas Artes, que funcionaba en una fábrica reciclada del barrio de Barracas”, cuenta la doctora Marta Maier, docente en el Departamento de Química Orgánica de la FCEyN, quien, junto con la doctora Seldes, traba-

jó en el análisis de los materiales y brindó capacitación a restauradores.

## El análisis de los pigmentos

Para reconocer los componentes de la pintura, los investigadores emplean una técnica que se denomina estratigrafía.



# el pigmento

por Susana Gallardo  
sgallardo@bl.fcen.uba.ar

trónico con una sonda de dispersión de rayos X. Esta es una técnica utilizada para estudiar la composición elemental de materiales inorgánicos. Se basa en el bombardeo de una muestra con un haz de electrones de alta energía que inducen en el material en estudio una emisión característica de rayos X, los cuales son medidos y registrados en un mapa o espectro.

Y registrados en un mapa o espectro.

## Los pintores de la época de la

*colonia morhan vnuoj*  
*inordnjos y los meclados*

*con una sustancia*

*aglutinante, como yuevos,*

*miel o aceites de lino, de*

*amapola o de coco.*

Toda esta información es de gran utilidad para el restaurador de un cuadro. Pero también le sirve al historiador del arte, que reconstruye el contexto en que se llevó a cabo la obra. De este modo, es posible saber de qué materiales disponía el pintor, dónde los compraba, y cómo, finalmente, lograba los diferentes matices.

lograba los diferentes matices.

## De la química a

---

la interpretación histórica

“A partir de los datos químicos, es posible hacer la interpretación en clave histórico-cultural”, comenta la doctora Gabriela Siracusano, historiadora del arte y docente en la FFyL de la UBA, que también forma parte del grupo interdisciplinario. Su trabajo de investigación se basa en el contraste entre los datos químicos, el cua-

dro mismo y textos de la época.

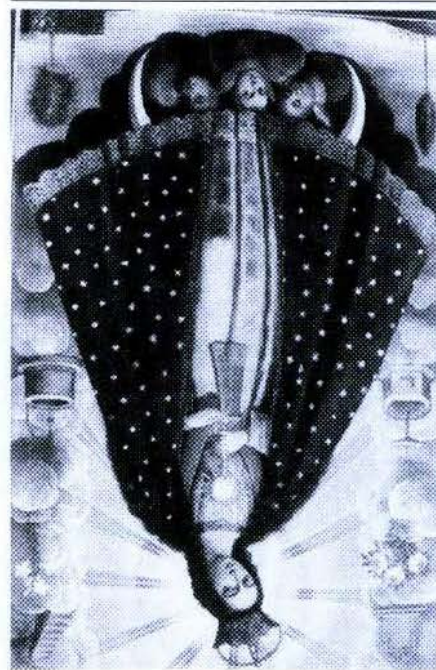
La primera pregunta que la historiadora se propuso responder era de dónde provenían los materiales que empleaban los pintores. “Empecé a rastrear información en los archivos de Porosi y de Sucre, en los libros de alcabala, que era un derecho que se cobraba a las ventas en tiempos de la colonia”, relata Stracussano. En esos libros está registrado qué impuestos pagaban los pigmentos y de dónde venían.

Además, los pigmentos orgánicos son más difíciles de identificar que los inorgánicos, y requieren una técnica más sofisticada, la espectrometría de masa, la cual se basa en el bombardeo de una molécula con un "proyectil" (un haz de electrones o átomos rápidos) que produce la ruptura de ésta por sus uniones más débiles. Los fragmentos así formados constituyen el espectro de masa, cuya interpretación permite conocer la estructura y el peso molecular de la molécula fragmentada.

cul a fragmentada.

“Actualmente estamos estudiando los pigmentos”, comenta Maier. A partir de pigmentos orgánicos comerciales, los investigadores preparan muestras y las envéjecen en forma artificial. Luego realizan tejidos en lanas y sedas, entre otras telas, para luego aplicar las distintas técnicas de análisis.

**Immaculada Concepción con el Santo Sacramento**  
Óleo en tela, de 1,7 x 1,16 metros. Año 1690-1700. se encuentra en la Parroquia de Yavi, Jujuy. Atribuida a Mateo Pizarro. Aquí se emplean pigmentos de "smalte".







Así, la investigadora pudo trazar la ruta de ciertos materiales, y establecer la relación entre las distintas escuelas de pintura. Por otra parte, el valor económico de los materiales empleados aporta información acerca del poder o la riqueza de quienes encargaban las obras.

Un pintor colonial a quien se atribuyen numerosas pinturas del siglo XVIII fue Mateo Pizarro. Éste, que tenía su taller en la Puna de Atacama, trabajó para un terrateniente, Juan José Campero, Marqués de Tojo. El artista produjo una gran cantidad de obras pictóricas para las iglesias y pequeñas capillas dispersas a lo largo de las posesiones del marqués. Hoy esas obras pueden contemplarse en las capillas de Yaví, Casabindo, y Cochinoa, entre otras. “Pizarro mostró una excepcional habilidad y originalidad en la búsqueda de pigmentos de gran intensidad cromática”, señala el grupo de químicos e historiadores del arte en un artículo publicado en el *Journal of the American Institute for Conservation*.

***El smalte brinda un color azul vidrioso y brillante. Cuando el grano de vidrio se muele poco refracta más la luz. De esta manera, los pintores lograban un azul mucho más intenso.***

Los análisis químicos permitieron confirmar algunos datos registrados en textos de la época, pero trajeron también algunas sorpresas. “En algunos cuadros que estudiamos encontramos un pigmento que se llama *smalte*, y es un vidrio molido compuesto de un pigmento azul, hecho en base

#### La pintura y los otros “saberes”

La práctica de los artistas, que requería un saber acerca de materiales, pigmentos y mezclas destinadas a lograr determinados efectos, se vinculaba a otros “saberes” que provenían del área científica. “Hice una búsqueda a fin de hallar relaciones entre la pintura y la alquimia, la farmacopea y la historia natural. Y me encontré con un intenso intercambio de conocimientos entre el pintor y, por ejemplo, el boticario a quien aquél le compraba los pigmentos”, relata Siracusano. El hecho es que los pigmentos tenían también un uso fuera de lo artístico, pues se les asignaba ciertos poderes para curar o para la suerte.

En los denominados “libros de secretos”, se podían encontrar tanto recetas para producir un pigmento, teñir telas, fabricar una maquinaria o para transmutar metales con el fin de conseguir oro. En uno de esos libros Siracusano encontró una receta para preparar colores que figura en un manual de pintura colonial, lo que confirma la hipótesis de la vinculación entre los pintores y el conocimiento de la alquimia y lo hermético.

de cobalto, agregado en el momento de fundir el vidrio”, explica Maier. Este pigmento no aparecía mencionado en ningún texto que hiciera referencia a la pintura colonial.

El *smalte* brinda un color azul vidrioso, muy brillante. “Cuando el grano se muele poco, y se deja más grueso, refracta más la luz. De esta manera, los pintores lograban un azul mucho más intenso, en ciertas partes del cuadro,” comenta Siracusano, y subraya: “Todo esto contribuye a revertir la idea del arte colonial como simple copia, o mala copia del arte español”.

#### La originalidad del arte colonial

Si bien la pintura andina presenta motivos originales, como por ejemplo los ángeles arcabuceros, no hallados en el Viejo Mundo, gran parte de las obras constituye una copia de imágenes que llegaban de Europa a través de grabados. Éstos, sin embargo, no tenían color, sino que se hacían en blanco y negro. Entonces, ¿esos cuadros que reproducían grabados europeos, eran una simple copia o, más bien, una recreación?

Tradicionalmente en la pintura se ha valorado más el dibujo que el color; por



ello, si el dibujo de los cuadros andinos era similar a los grabados españoles, se decía que aquellos no eran más que una simple copia. Sin embargo, no se había reparado en la importancia del color.

Y el hecho es que los pintores andinos realizaban distintas combinaciones para

obtener los matices deseados, por ejemplo aplicaban el pigmento puro para reforzar los trazos oscuros, y lo mezclaban con blanco para obtener medios tonos. En particular, Mateo Pisarro creó una gran variedad de verdes, principalmente mediante la aplicación del *smalte*.

### El significado de los colores

En la iconografía cristiana los colores tenían un valor simbólico. Las imágenes no podían pintarse de cualquier manera. El manto de la virgen, por ejemplo, debía ser azul, y el ropaje de Cristo, rojo. Por otra parte, según señala Gabriela Siracusano, la sociedad incaica también dio gran importancia a los colores. En efecto, el rojo y el verde eran exclusividad del inca y no podían ser usados por nadie que no perteneciera a la familia real.

Pero en el arte colonial, las tradiciones cristiana e indígena se superponen y fusionan. "Por ello me pregunté si no había un significado en los materiales y los colores empleados en estas obras, algo me decía que estos colores podían formar parte de una idolatría, o adoración de las imágenes", relata.

El hecho es que las pinturas con imágenes cristianas tenían el propósito de contribuir a la evangelización y a extirpar las idolatrías. Cabe mencionar que las imágenes, en el cristianismo, son sólo una representación que debe ser venerada pero no adorada. Se sabe que los indígenas adoraban diferentes elementos de la naturaleza: una piedra, la luz del atardecer, las estrellas, o una montaña. Pero también adoraban determinados metales y colores.

"Lo que me resultó maravilloso es que ciertos colores, que formaban parte de los ritos de adoración de los incas, estaban pre-

sentes en las imágenes cristianas", comenta Siracusano, y agrega: "En estas imágenes hay materiales que están cargados de simbolismo y de poder en la sociedad autóctona".

Un ejemplo de ello es la virgen de Pomata, pintada por Pisarro, la cual ostenta en su cabeza un penacho de plumas con los colores incaicos verde, rojo y blanco, lo que da cuenta de la persistencia de los rituales incaicos a pesar de la imposición de las imágenes cristianas.



**Virgen del Rosario de Pomata**  
Óleo en tela, 1,47 x 1,05 metros. Año 1690.  
Iglesia de Casabindo, Jujuy. Atribuida a Mateo Pisarro. La virgen y el niño poseen sendos penachos con los colores incaicos.

Los estudios estratigráficos mostraron diferencias entre los distintos talleres de la época. En particular, las obras de Pisarro muestran una gran calidad en las capas de pintura, en las mezclas homogéneas, y en el uso de pigmentos valiosos. "Nos sorprendió que la técnica empleada en el manto de la virgen de Pomata, con tres capas superpuestas de bermellón, amarillo plomo y blanco plomo, fuera muy similar a la técnica que revela el estudio de una obra de origen flamenco que se hallaba en el antiguo marquesado". La presencia de capas muy finas de pintura, que resultan del secado completo de cada una de ellas, y de la capa traslúcida final que cubre todas las demás, sugieren que este pintor colonial tenía un gran conocimiento de las obras europeas de la región flamenca.

***"El empleo de fuentes tan heterogéneas como las imágenes, los análisis químicos y los documentos históricos, permiten un panorama de las prácticas de los artistas coloniales".***

Los investigadores subrayan el hecho de que Mateo Pisarro, viviendo en la periferia del imperio colonial americano, haya realizado tal recreación de los modelos europeos.

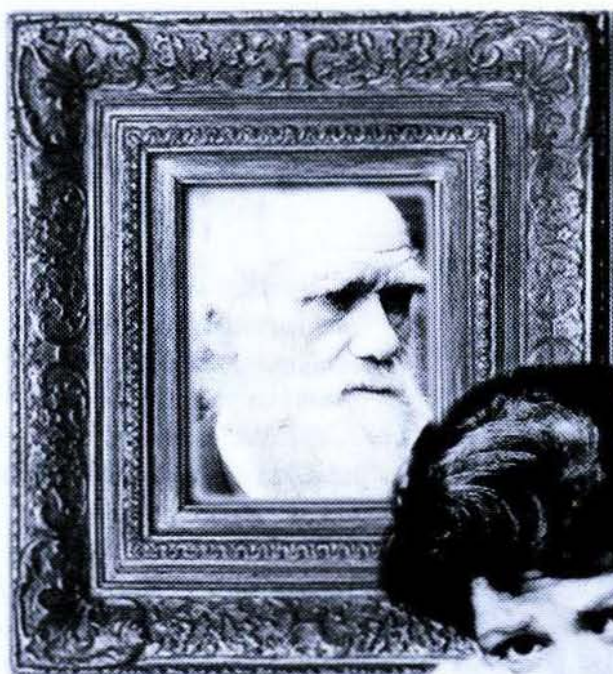
Siracusano enfatiza la importancia del trabajo interdisciplinario. "El empleo de fuentes tan heterogéneas como las imágenes, los análisis químicos y los documentos históricos, nos permite tener un panorama de cómo eran las prácticas de los artistas sudamericanos en el período colonial", concluye. ■



# Docentes aplazados en evolución

por Cecilia Draghi  
cdraghi@bl.fcen.uba.ar

***Un 78 por ciento de 108 profesores de ciencias naturales evaluados recientemente contestaron desacertadamente un cuestionario sobre la teoría de la evolución. El estudio realizado por investigadores de la Universidad de Buenos Aires sobre una muestra de docentes de Capital Federal y Gran Buenos Aires indica que en la mayoría de los casos prevalecen ideas del sentido común y faltan argumentaciones científicas.***



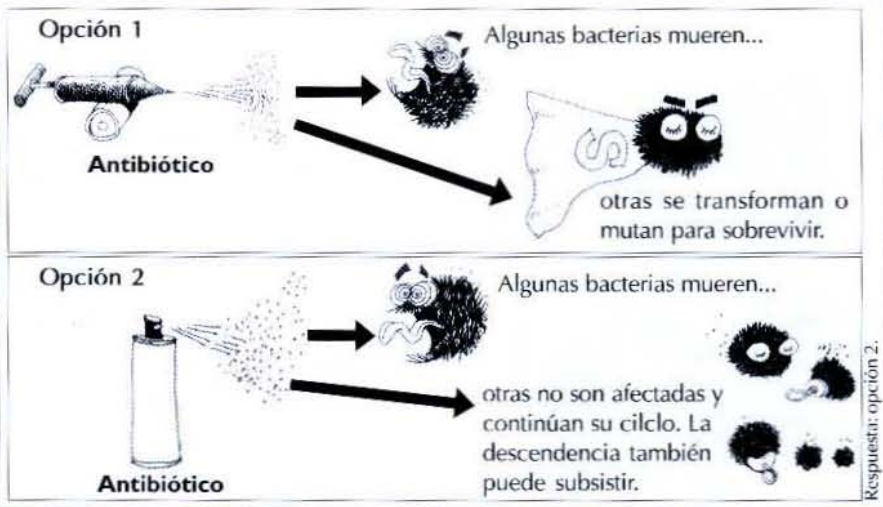
Si Charles Darwin viviera, se sentiría incomprendido. Pero en esta oportunidad no sería por una oposición acérrima a sus ideas. Tampoco por persecución a quien las enseñara, como ocurrió en 1925 cuando el maestro John Scopes fue acusado en Dayton, Estados Unidos, por haber dictado la teoría de la evolución, prohibida por ley, en un célebre proceso legal llamado "el juicio del mono".

Hoy, en cambio, lo que se pone en el banquillo de los acusados es cómo se transmite esta concepción en las aulas. Los propios docentes de biología puestos a prueba muestran ideas erróneas y explicaciones equivocadas en un estudio realizado por el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), de la Universidad de Buenos Aires. Sólo el 22 por ciento de los 108 profesores examinados respondieron correctamente todas las preguntas de un test sobre la teoría darwiniana. En todos los casos, los resultados variaban según su nivel de preparación. Los mejor posicionados fueron los profesores de ciencias con formación universitaria: más de la mitad de los 29 encuestados, respondieron acertadamente todos los interrogantes. En tanto, sólo uno pudo hacer lo mismo entre los 45 docentes terciarios encuestados.



## Antibióticos y bacterias

Algunas bacterias no mueren ante el uso de un antibiótico. ¿Por qué?



## Resultados en la mira

Esta investigación del CEFIEC buscó evaluar también algunas de las consecuencias que pudo haber producido la aplicación de la reforma educativa llevada adelante a partir de los 90 en algunas provincias argentinas. "A mi criterio, esta modificación fue una propuesta importada de manera descontextualizada, en la que no se tuvo en cuenta, por ejemplo, que la organización de los contenidos en áreas chocaba con la formación de nuestros docentes, que es sobre todo disciplinar", subraya Elsa Meinardi.

Con el cambio introducido en el plan educativo, están habilitados a enseñar el área de ciencias naturales –además de los profesores terciarios y universitarios– profesionales como ingenieros agrónomos, físicos o químicos. Un dato clave: el 60 por ciento del programa es de contenido biológico. "Esto puede llevar a que el docente sólo dé lo que sabe, y minimice los temas de biología si le resultan difíciles", agrega. Esta dificultad quedó de manifiesto en este test. "Los profesionales con títulos habilitantes mostraron el mayor número de desaciertos. En tanto –concluyeron– los profesores con título universitario demostraron formación más sólida".

Por otra parte, entre los profesionales habilitados para dar clase de biología, los de peor rendimiento fueron los médicos, maestros, técnicos en análisis químicos, bioquímicos e ingenieros agrónomos. Ninguno de ellos completó correctamente todo el examen.

"Esta encuesta buscó cuantificar una falencia que nosotros percibíamos", subraya la bióloga Elsa Meinardi, quien junto con el doctor Agustín Adúriz-Bravo –ambos del CEFIEC– centraron su atención en indagar, no ya a los estudiantes, "como es lo habitual", sino precisamente a los que están al frente de los cursos en la escuela.

"En estudios similares, que se hicieron anteriormente a egresados en química y física de universidades muy prestigiosas de Estados Unidos, también se detectaron ideas erradas sobre sus disciplinas", comparó Adúriz-Bravo.

Pero en este caso existe una diferencia clave: "En biología, a nuestro entender, la teoría de la evolución no es una noción más, sino que es la estructura central de la disciplina. Si el docente no incorporó este eje, hará una materia enciclopedista", apunta Meinardi. En este sentido, los profesores encuestados, a la hora de argumentar, "brindaban, en su mayoría, explicaciones válidas para el

siglo XVIII, pero que hoy no tienen vigencia", añade Adúriz-Bravo.

## Docentes a examen

Días y días de clases, horas y horas de cátedra, parecen modificar a veces muy poco los conceptos sobre diferentes temas, según coinciden ambos investigadores. "Los profesores siguen dando explicaciones del sentido común, funcionales, socialmente aceptadas, pero que no se ajustan a la argumentación de la teoría de la evolución", destacan.

Por ejemplo, ante la pregunta "¿por qué algunas cucarachas no mueren cuando se usa un insecticida?", algunos docentes marcaron respuestas equivocadas como que el veneno las hizo mutar, haciéndolas más resistentes y por ende, sobrevivieron. Aquí una de las ideas falsas que da vueltas es la imagen de unas cucarachas mutantes parecidas a personajes televisivos como "El increíble Hulk". Como se recordará, este hombre de apariencia normal transforma su aspecto automáticamente ante un estímulo desagradable y cobra fuerza sobrehumana para hacer frente al mal que lo perturba.

"Es como si ante la presencia del veneno se mandaran señales a los genes para que rápidamente se reorganicen, transformen el cuerpo, y se logre así sobrevivir.





Esto es fallido", explica Adúriz-Bravo. ¿La contestación correcta? Algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él. Es decir, de antemano son resistentes al tóxico.

La misma concepción errada prevalece a la hora de señalar otros mecanismos. No es raro que se acuse al antibiótico como responsable de la resistencia de ciertos microorganismos a los cuales no combate. "En realidad, ante una amplia variedad de bacterias, el antibiótico mata algunas y otras no. Quedan con vida entonces las que no se ven afectadas, y éstas serán las que perdurarán. El

antibiótico selecciona algunas bacterias, no genera resistencia", aclara Meinardi.

Si "El increíble Hulk" es falazmente sinónimo de "mutante" en el imaginario colectivo, también es incorrecto considerar que todo cambio sirve para mejorar. Aún perdura la concepción finalista, según la cual los fenómenos naturales perseguirían una misma dirección: siempre es para mejorar. En este sentido, Adúriz-Bravo remarca: "A los cambios que aparecen en los organismos se les atribuye un sentido cuando, en principio, son azarosos". (Ver recuadro "Todo lo que siempre entendió mal de Darwin").

De manera similar a lo que ocurre con los alumnos, la mayoría de los docentes

### Todo lo que siempre se entendió mal de Darwin

La teoría de la evolución puede presentar malentendidos a poco de mencionar su nombre. "Evolucionar es cambiar, no significa progreso", aclara Esteban Hasson, docente del Departamento de Ecología, Genética y Evolución de la FCEyN. Traducir ambos conceptos como sinónimos conduce a la equivocada idea de que toda modificación en un ser vivo es un paso más en este camino de superación constante para alcanzar el diseño más perfecto posible. "En general se piensa la idea de evolución como una secuencia lineal, casi como si fuera una escalera ascendente; cuando en realidad la imagen más apropiada es la de un árbol con diferentes ramas que coexisten y no implican que una sea mejor que la otra. Tampoco evolucionar lleva necesariamente a una mayor complejidad, sino que a veces significa perder estructuras o simplificarse", advierte Alicia Massarini, bióloga y docente del mismo Departamento.

De este tronco madre, desde hace 3800 millones de años deriva un variadísimo y frondoso follaje que da vida a los organismos que hoy conocemos. Pero en el medio quedaron ramificaciones truncas o que no llegaron a brotar. En la historia de la vida siempre existen diferentes caminos, algunos prosperan y otros no. Pero estos golpes de timón no cuentan con un mapa de antemano que sirva de guía. "Los cambios no se orientan hacia una dirección previamente establecida ni son para mejor, sino que dependen de mutaciones al azar", sostienen. He aquí un concepto dificultoso de incorporar en el imaginario colectivo. Entre nosotros, ¿no resulta más tranquilizador pensar que las mo-

dificaciones obedecen a algún plan maestro con un fin último superador y no a variaciones casuales e incontrolables?

El descontrol es tal que, si fuera posible repetir la historia, los resultados podrían ser diferentes. "El azar cumple un rol fundamental —subraya Hasson— ¿En qué sentido? La vida encontró el camino en una ocasión, pero si se pudiera rebobinar a modo de película hacia atrás (y volver a proyectar la cinta), seguro que no iría de vuelta por allí, el resultado sería probablemente otro".



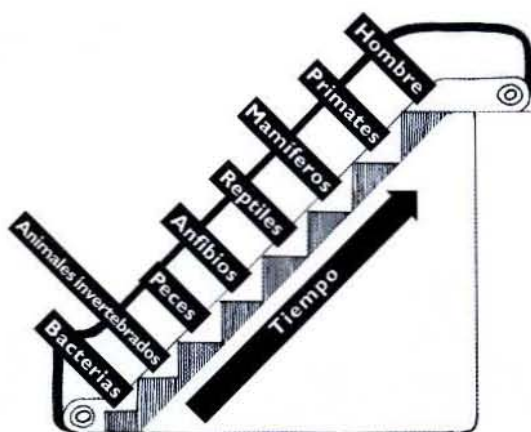
Pero aquí es importante una aclaración. Si bien la aparición de variación es azarosa, el hecho de que esa mutación se mantenga en el tiempo no lo es. No es cuestión de andar a tontas y a locas haciendo un cambio tras otro. Si la variación registrada funciona y es la más apropiada para sobrevivir y reproducirse, entonces perdurará. En este sentido es donde entra a operar el concepto de selección natural. "Las formas que tengan algunos beneficios o ventajas respecto de otras van a estar representadas en más alta frecuencia a través de las generaciones hasta que desaparezcan las desventajas, de no mediar cambios en el ambiente. Este proceso no es azaroso, pero sí lo es la aparición de las variantes sobre las cuales opera la selección natural", explica Massarini.

Que la evolución no se traduce como progreso; que todos los cambios no están insertos en un plan superador en el cual el hombre representa uno de los mejores diseños posibles, sino que es una rama más en ese árbol de la vida; son algunos de los malentendidos más habituales dentro de una larga lista.

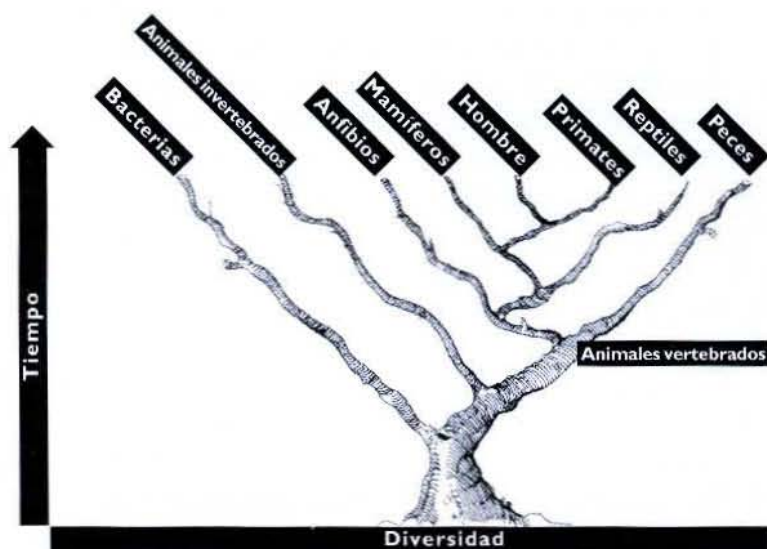


## ¿Cuál cree usted que grafica mejor la teoría de la evolución?

Opción 1



Opción 2



Responda: opción 2.

## La responsabilidad de enseñar

¿Es posible aceptar que el hombre descende de una criatura maloliente?, preguntó en una ocasión una profesora de biología a Eduardo Wolovelsky, biólogo, docente y especialista en enseñanza y divulgación de la ciencia. La respuesta no se hizo esperar. "Cualquier ciudadano tiene derecho a negar el proceso evolutivo como un fenómeno del mundo natural, porque es un derecho inherente de las personas, pero no es el caso de un profesor que dice hablar y estar compro-

metido con cierta racionalidad por lo cual se le otorga el diploma", contestó sin dejar de resaltar: "tiene una fuerte carga de ilegitimidad pretender no enseñar las teorías evolutivas, porque es colocarse fuera de la racionalidad desde la que se dice estar hablando. Sí puede tener disensos fundamentados, es decir que estén inscriptos dentro de la misma racionalidad desde la cual está legitimado para estar al frente de un curso. Es un problema de honestidad intelectual".

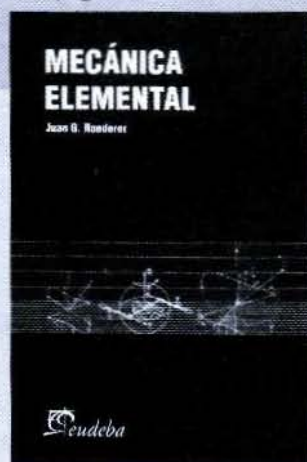
entrevistados repite conceptos refutados hace poco más de un siglo. "Estos modelos fueron sostenidos por muchos naturalistas y filósofos, desde Aristóteles a Lamarck, durante miles de años. Y si bien los modelos científicos cambiaron, no ocurre lo mismo con los modelos escolares". ¿Algunas de las razones de que esto ocurra? Uno de los problemas —destacan en conjunto— es el exceso de ambición; es decir, intentar demasiadas temáticas en poco tiempo. "La enseñanza está sobrecargada de contenidos que se ven con superficialidad. Aunque se detecte el bagaje que el estudiante trae, no se busca desarmar o poner a prueba sus modelos de explicación erróneos. Si el trabajo en la clase no está enfocado en los obstáculos más importantes que presenta la teoría, los modelos de los alumnos no cambian. Las ideas aprendidas en clase serán cosméticas: se acomodarán a las ideas anteriores", enfatizan.

A poco de escarbar en este maquillaje, sale a la luz que casi el 80 por ciento de los profesores encuestados hace agua al intentar demostrar cuánto entendieron de la teoría de la evolución. Si bien este paradigma muestra particularidades al desarrollar conceptos que se dan de bruce con el sentido común o con las ideas socialmente aceptadas, el tema va más allá de las características propias que pueda presentar esta concepción. "Todas estas dificultades son, algunas veces, sólo los síntomas de un problema. Y esto es lo que nuestro trabajo nos ha permitido detectar: los mismos docentes muchas veces desconocen el contenido a enseñar". ■



### Mecánica elemental

Juan G. Roederer  
Buenos Aires, 2002  
EUDEBA, 248 páginas.



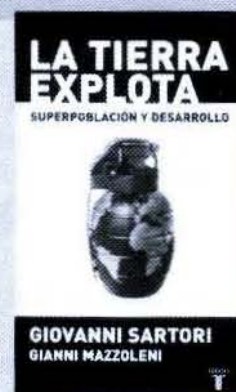
### La ignorancia debida

Marcelino Cerejido y Laura Reinking  
Buenos Aires, 2003  
Libros del Zorzal, 192 páginas.



### La Tierra explota,

Giovanni Sartori y Gianni Mazzoleni  
Buenos Aires, 2003  
Taurus, 242 páginas.



“Saber física no es cuestión de poder recitar de memoria todas sus leyes y aplicar fórmulas teóricas o métodos de medición a ciegas como si fueran recetas de cocina. Todo eso, en última instancia, se puede hacer consultando libros. Saber física es tener la intuición correcta sobre cómo el mundo material *funciona*”. Así reza un párrafo de la tercera edición de “Mecánica elemental”, el texto que atesoran cientos de científicos argentinos.

Este libro de física universitaria lleva 40 años compitiendo exitosamente con otros libros de texto voluminosos cuyas ediciones de lujo, profusión de problemas, láminas, referencias históricas y parafernalia paratextual diversa podían hacer quedar al “Roederer” como un simple apunte. Y sin embargo, no es así. Los estudiantes de ciencia lo siguen consultando, comprando, prefiriendo. No es sólo porque sea más barato, o porque amen al autor (que dejó la Argentina en el 66 como tantos otros popes), sino porque en sus páginas se puede encontrar la lectura del universo, la mirada del físico, la interpretación brillante, la conceptualización jugosa, el hallazgo.

Sin duda el “Roederer” ha ingresado merecidamente al podio de los clásicos. Y en esta nueva edición –más moderna y elegante– sigue estando la prosa del maestro.

¿Para qué sirve la ciencia argentina? ¿Para qué seguir gastando las pocas divisas que nos quedan en investigación mientras cuestiones urgentes e importantes, como el hambre y la desocupación, requieren atención inmediata? Los científicos argentinos están contra las cuerdas y lo más probable es que el fantasma de Domingo Cavallo triunfe con un knock out mandándolos a lavar los platos. Pero Marcelino Cerejido metió este *cross* de derecha llamado “La ignorancia debida”, y ahora la cuestión está por verse. Y claro, ¿cómo los investigadores no iban a estar pidiendo la toalla si las cuestiones más elementales sobre la ciencia son ignoradas por la mayoría de los argentinos, empezando por sus dirigentes? Con la ayuda de Laura Reinking, Cerejido demuestra que la ignorancia no es casual ni tampoco inocente, que tiene raíces profundas y consecuencias palmarias. La Iglesia y los militares tendrán que responder por ellas, mientras que políticos y educadores deberán meditar introspectivamente.

Pero no todo es camorra en este texto breve, contundente y vibrante. Con la misma claridad que se pinta el actual infortunio, se plantean propuestas originales, tan sencillas y concretas que no es mala idea recomendarle su lectura a nuestros oxigenados dirigentes. Obligatorio para docentes. Segundos afuera.

¿Será cierto que el hambre en el mundo no tiene que ver con la superpoblación sino con un problema de distribución? ¿Y que la tecnología podrá sostener la población humana indefinidamente? ¿Y que la degradación ambiental es hija del desarrollo tecnológico y del hiperconsumo de los países del primer mundo? Esta y otras pretensiones se desmoronan en “La Tierra explota”, este libro catastrofista de Giovanni Sartori.

¿Será que se viene la hecatombe, nomás? A principios del siglo XX, la población mundial era de 1.600 millones de personas. En el año 2000, un siglo después, somos 7.000 millones. Y el ritmo concio no aminora: el número total se duplica cada 32 años. Pero cuántos seamos no interesaría tanto si no fuera porque todas nuestras calamidades se derivan de ello: el hambre, la pobreza, el subdesarrollo y la dependencia, la contaminación, el agotamiento de los recursos naturales.

En este trabajo muy documentado, y al mismo tiempo ágil, Sartori y Mazzoleni se preguntan cuáles son los intereses históricos que ocasionan que la humanidad no tome conciencia de esta ecuación tan sencilla de autodestrucción. Y señalan en sus respuestas tanto al conservadurismo como la nueva izquierda ambientalista como responsables de la mayor idiotez de la humanidad. Y la última.



Si la naturaleza es la respuesta,  
¿cuál es la pregunta?

Jorge Wagensberg

Barcelona, 2003

Tusquets, 126 páginas.

Jorge Wagensberg  
SI LA NATURALEZA  
ES LA RESPUESTA,  
¿CUÁL ERA LA PREGUNTA?

y otros quinientos pensamientos  
sobre la incertidumbre

"Una vez más: Tratado para o después de la muerte  
de una vida por ignorancia" - Jorge Wagensberg, 2003  
2ª edición



El común de los lectores desconfía de los aforismos. Sobre todo de las colecciones numerosas. Pero a Jorge Wagensberg le ocurre algo aparentemente opuesto: "Desconfío de las ideas que no se pueden expresar inteligiblemente en una sola frase", dice. Y no hay contradicción. Cada uno de los aforismos, de los más de quinientos que integran este libro, encierra una idea profunda con la cual se puede pensar la ciencia y el universo.

Wagensberg es físico y divulgador consagrado. Y su libro "Si la naturaleza..." lo demuestra con estilo, agudeza y humor. El mejor comentario es que hable por sí mismo: "Un paradigma es una tregua entre dos buenas preguntas". "¿Es el azar un producto de mi ignorancia o un derecho intrínseco de la naturaleza?". "Una cebrá no necesita correr más que una leona, sino más que las otras cebras". "La vida es un raro estado de la materia inerte". "La inteligencia es un raro estado de la materia viva". "La cultura es un raro estado de la materia inteligente". "La civilización es un raro estado de la materia culta". "La vida después de la muerte no puede ser mucho peor que la vida antes de nacer". "Perseguir la perfección no es la mejor manera de innovar". "Lo real se nutre de lo probable". "Negar la evidencia apabullante es uno de los trucos más sucios y eficaces de la historia de la infamia".

## Colección Mosaicos Grandes temas a la francesa



Siglo XXI Editores publica en castellano esta colección, editada originalmente en Francia por Flammarion, para tratar diversos temas abordados por especialistas franceses de diferentes disciplinas científicas, que proponen en cada título una explicación para acercar al público no especializado. Los tres títulos presentados este año son: *El caos*, de Ivar Ekeland; *El sida*, de Raymond Daudel y Luc Montagnier; y *Las drogas*, de Denis Richard.

Todos los libros están divididos en dos secciones: una en la que se expone el tema del título y otra con reflexiones en torno a los tópicos planteados. Además incluyen un breve glosario especializado sobre el tema que tratan.

Probablemente para los legos la palabra caos denote un significado relacionado con el desorden, con el desbarajuste ambiental o con un misterioso principio creador. Pero el caos es una teoría matemática que permite describir los sistemas inestables como los movimientos de planetas y las variaciones meteorológicas. «¿Cómo se llama lo que solamente se puede observar, sin entender lo que pasa ni adivinar lo que va a pasar? Eso tiene un nombre muy bonito, querido lector: se llama azar.» Así invita Ivar Ekeland, filósofo y matemático, a recorrer esta teoría -en la que el azar tiene un rol protagonista- y a reflexionar sobre el

lugar de las matemáticas en las ciencias.

En *El sida* se cuenta la historia del descubrimiento del virus HIV, causante de la enfermedad que se comenzó a extender en la década del 80 hasta convertirse en una pandemia. Se describen las propiedades del virus y de la enfermedad, los métodos de tratamiento y el futuro de la terapéutica y de la vacuna. Si bien los autores enfatizan la importancia de la prevención para frenar la propagación del virus, por momentos se dificulta la reflexión debido a que el libro está surcado por la paralizante ecuación sida = muerte. Se aclara, de todos modos, que las terapias actuales tienden a tratarla como a una enfermedad crónica.

El hecho de recurrir a sustancias capaces de actuar sobre la mente es tan antiguo como la humanidad: para aliviar dolores físicos y morales, para escapar de los propios límites y aún para acceder por medio del trance o de la alucinación a paraísos artificiales. «Las drogas» que analiza Richard son las que comúnmente se designan con ese nombre en contraste con las drogas legales -medicamentos, tabaco, alcohol-. Estas sustancias tienen la propiedad común de afectar la transmisión nerviosa, por eso en el libro se describe la acción de las drogas sobre el psiquismo y también se explican los mecanismos neuroquímicos de la dependencia.



## Nuevo Instituto del Conicet

El 30 de julio se inauguró en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales el Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias (IFBYNE) que depende del Conicet y de la UBA.

"Este hecho evidencia la intención del Conicet de apoyar institucionalmente la investigación en la Universidad", señala el doctor Osvaldo Uchitel, director del IFBYNE, y agrega: "Habiendo un conjunto de gente que trabaja en áreas afines y complementarias, el Conicet interpreta que es importante apoyarlos como institución". Por su parte, el doctor Eduardo Charreau, presidente del Conicet, destaca: "Esta combinación Conicet-Universidad expresa la esperanza de las instituciones de poder seguir adelante".

Según Uchitel, el instituto puede plantearse trabajar en forma conjunta con la Universidad y el Conicet para promover la incorporación de nuevos laboratorios, más allá de los proyectos interdisciplinarios que

ya existen, y también puede generar proyectos de mayor envergadura. Asimismo el instituto puede ser un buen punto de contacto entre el Conicet y la Universidad para reincorporar investigadores que están actualmente en el exterior, porque ofrece un marco de trabajo que los puede albergar.

El nuevo instituto reúne los laboratorios de Fisiología y Biología Molecular, Neuro-biología de la Memoria, Fisiología de Insectos y Embriología Animal. Se trata, en total, de 16 grupos de investigación encabezados por destacados científicos, y que incluyen alrededor de 60 becarios, técnicos y estudiantes avanzados. Los temas que se investigan son, entre otros, la regulación de la expresión genética, las señales bioquímicas de proliferación y muerte celular, las proteínas que regulan el crecimiento celular, la regulación neuroendócrina, los circuitos neuronales, los mecanismos de formación de la memoria, y la biología del aprendizaje.

## Cesarsky en el cielo con diamantes



Su pasión por la astronomía la condujo muchas veces a tocar el cielo con las manos. Ahora volvió a llegar lejos: es la primera mujer designada presidente de la Unión Astronómica Internacional. Ella es la doctora Catherine Cesarsky, graduada en Física en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. "He sido muy afortunada en la vida. Mi primera suerte fue estudiar en la Universidad de Buenos Aires", confiesa. Claro que no sólo se trató de buena estrella, sino de una esforzada y brillante trayectoria profesional que la llevó a dirigir durante varios años toda la investigación básica de la Comisión Atómica de Francia. Hoy es directora General del Observatorio Europeo Austral.

"Desde chica estoy acostumbrada a trabajar mucho. Hice simultáneamente el primario en un colegio argentino y por la tarde iba a otro en francés", relató. Nacida en Francia, vino con su familia a la Argentina a los dos años, y siempre supo que se especializaría en ciencias. Su intención era proseguir sus estudios en la prestigiosa Ecole Polytechnique. "Cuando tenía 12 años comenté mi proyecto a un inspector galo de visita en el colegio. El se rió y me dijo que no había mujeres en la Ecole Polytechnique. Esto recién se modificó en 1972", menciona.

Este "detalle" varió su futuro inmediato y decidió entonces ingresar a Exactas. Luego vendría su doctorado en Harvard junto con su marido, Diego Cesarsky, también astrofísico y padre de sus dos hijos. Su destacada carrera profesional nunca se detuvo: en el 2006 asumirá la presidencia de la Unión Astronómica Internacional, una entidad que en sus 80 años de trayectoria por primera vez en la historia designa a una mujer en la máxima altura jerárquica.

## Campeonato Argentino de Fútbol de Robots



Este año el almanaque futbolero local se amplió. A los clásicos torneos Apertura y Clausura se le sumó un tercero: el Campeonato Argentino de Fútbol de Robots (CAFR), que se desarrolló durante la última semana de julio en Exactas. La organización del CAFR 2003 estuvo a cargo del doctor Juan Santos, el licenciado Héctor Fassi y Flavio Scarpettini, todos integrantes del Departamento de Computación.

En realidad, el bautismo de fuego para la Argentina fue hace un año en Corea en el campeonato mundial FIRA Robot World Cup 2002, en el que participó por primera vez un equipo argentino, preparado por científicos de Computación. A pesar de no tener experiencia en este tipo de competencias, el equipo UBA-SoT (*Soccer Team*) llegó a los cuartos de final en una de las categorías que involucraba robots físicos y alcanzó el tercer puesto en una de juego virtual.

Si bien en los mundiales la competencia se desarrolla en varias categorías y sólo acceden universidades, este año en la Argentina se optó por centralizar el campeonato en la categoría Simulación –en la que los robots son virtuales– y no limitar la participación solamente a equipos universitarios.

Finalmente se subieron al podio el equipo SimulArt (E.E.M. N° 7 «Roberto Art», de Tortuguitas), en el primer puesto, el equipo Schönthal (Colegio Schönthal de Capital Federal), en el segundo, y el equipo Morasot (Universidad de Morón), en el tercero.



## LA UBA Y LAS LEYES DE IMPUNIDAD

**E**l Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires manifestó, mediante una resolución, su apoyo a la nulidad de las leyes de Punto Final y Obediencia Debida que fue aprobada tanto en la Cámara de Diputados como en la de Senadores. En uno de los considerandos de

la resolución, el Consejo afirmó que tanto las leyes del perdón como los indultos de Carlos Menem "echaron un manto de impunidad sobre los responsables directos e indirectos del genocidio perpetrado contra el pueblo argentino entre los años 1976-1983."



## Más presupuesto para la ciencia

Néstor Kirchner no se olvidó de su promesa: en el 2004, el presupuesto para ciencia y tecnología será de casi el doble. Y también aumenta sensiblemente el del Conicet.

En el Salón Azul de la Rosada, ante la presencia de las autoridades del sector y destacados científicos, el presidente anunció que el presupuesto destinado a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva será de 120 millones de pesos, lo que significa un aumento de 54 millones. También indicó que el Conicet recibirá 35 millones más, con lo que su presupuesto crece a 272.

Un par de meses atrás, después de una ola de rumores sobre la reducción en el presupuesto para investigación, Kirchner cortó por lo sano y convocó a una audiencia de la que participó parte de su gabinete y 25 científicos de primer nivel. El presidente no sólo informó que no habría reducción de presupuesto, sino que prometió un incremento y anunció que se apuntalaría el sector científico



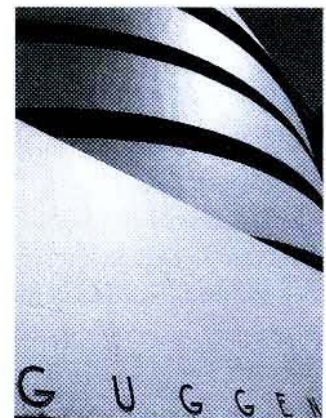
mediante un plan de modernización de equipamiento con una inversión de 15 millones de dólares (la última partida destinada a modernización se ejecutó en el año 1987).

De aquella conferencia de prensa todavía queda pendiente otro anuncio, el de la convocará al Gabinete Científico Tecnológico, una instancia adormecida desde el momento mismo de su creación, allá por el '96, y cuyo objetivo es definir las políticas de estado referentes al sector de manera participativa y consensuada.

## UNA GUGGENHEIM POR AQUÍ

Ursula Molter, especialista de la Facultad de Exactas en geometría y análisis armónico, ha sido distinguida por la John Simon Guggenheim Memorial Foundation, que premia anualmente a investigadores que acrediten antecedentes notables financiando sus proyectos de estudio.

Junto con su colega Carlos Cabrelli, Molter consiguió importantes avances en la teoría de wavelets multidimensional. En términos más sencillos, los problemas estudiados por Molter consisten en recuperar una información cuando se tiene sólo retazos dispersos de ella.



Gracias a los conocimientos que aportaron físicos y matemáticos a los problemas unidimensionales —que dependen de una única variable— hoy en día es usual que podamos tomar una vieja grabación de un cantante de principios de siglo, limpiar la grabación contaminada con ruido y cubrir incluso los baches que la señal sonora pueda tener. Pero si los resultados unidimensionales han logrado avances importantes para recuperar sonidos, ahora es el turno de ocuparse de múltiples variables para abordar satisfactoriamente el problema de la imagen, y allí entran en juego Molter y Cabrelli. Una típica aplicación del análisis armónico multidimensional es encontrar la forma de recuperar una imagen a partir de cierta información reducida y desordenada. Si se encuentran buenas soluciones en el terreno matemático, éstas podrán traducirse en métodos de compresión de imágenes de muy alta calidad para transmitir entre computadoras en tiempos razonablemente cortos.



# Spock en Verdalia

por Pablo Coll\* [pecoll@dc.uba.ar](mailto:pecoll@dc.uba.ar)  
y Gustavo Piñeiro\*\* [pineiro@datamarkets.com.ar](mailto:pineiro@datamarkets.com.ar)

En el planeta Verdalia todos los nativos pertenecen a uno y sólo uno de los tres siguientes grupos: por un lado, están los *veraces*, que siempre hacen afirmaciones rigurosamente verdaderas; en segundo lugar están los *mentirosos*, que siempre hacen afirmaciones falsas. El tercer grupo está formado por los *cambiantes* (también llamados *normales*), que alternan aleatoriamente afirmaciones rigurosamente verdaderas con afirmaciones rigurosamente falsas.

## Primer día en Verdalia

Cuando Spock, el viajero espacial estudioso de la lógica, llegó a Verdalia, el primer nativo con el que se encontró le dijo: "Yo no soy veraz".

¿A qué grupo pertenecía este nativo de Verdalia?

## Segundo día en Verdalia

En su segundo día en Verdalia, Spock fue a visitar a Alfio, Beto y Gamo, tres



nativos, de quienes sabía a ciencia cierta que pertenecían cada uno a un grupo diferente, aunque no sabía exactamente a qué grupo pertenecía cada uno. Al llegar Spock, Alfio lo saludó. Beto le dijo: "Yo soy cambiante". Y Gamo afirmó: "Yo soy mentiroso".

¿A qué grupo pertenecía cada uno?

## Tercer día en Verdalia

El tercer día, Spock visitó a Fred y Ged, dos nativos de quienes no tenía ninguna información adicional. Después de los saludos, Fred dijo: "Yo soy cambiante". Y Ged aseguró: "Yo soy mentiroso". Después de un rato, Fred agregó: "Al menos uno de nosotros es cambiante". Pero Ged retrucó: "Al menos uno de nosotros es cambiante".

¿A qué grupo pertenecía cada uno?

## Cuarto día en Verdalia

El cuarto día, Spock se encontró con una persona que le dijo: "Esto que estoy diciendo es falso". Spock le respondió: "Usted no es nativo de este planeta". Spock estaba en lo cierto, su interlocutor era nativo de un planeta llamado Creta (como la isla del Mediterráneo). ¿Cómo supo Spock que su interlocutor no era nativo de Verdalia?

## Despedida de Verdalia

Mientras su nave despegaba de Verdalia, Spock se iba haciendo dos preguntas: ¿Existe alguna afirmación tal que si un nativo de Verdalia la pronuncia entonces es posible deducir de inmediato que es veraz? También se preguntó: ¿Existe alguna afirmación tal que si un nativo de Verdalia la pronuncia entonces es posible deducir de inmediato que es mentiroso? No obtuvo respuesta a sus preguntas o si la obtuvo tal vez fue una respuesta falsa. ■

\*Doctor en Computación y docente del Departamento de Computación - FCEyN.  
\*\*Licenciado en Matemática - FCEyN.

## Soluciones del número anterior



El desafío era encontrar problemas con soluciones que requirieran mayor número de movidas. Mostramos nuestro ejemplo de un problema en un rectángulo de 4x4 con tres cajas, que requiere de 41 movidas. No encontramos mejoras a las cotas de la nota, pero continúan como problemas abiertos. En la página <http://www.sourcecode.se/sokoban/download.php> pueden hallar una versión gratuita del Sokoban junto con una galería de los mejores "Rembrandts".